Bibl. Haup. 745

gut deutsch:

„gesendet" statt „gesandt";
„während daß" statt „während";
„fünfzig" „ fünfzig.

Bayerische Staatsbibliothek
<36648192660011

Kosmos.

Entwurf

einer phyſiſchen Weltbeſchreibung

von

Alexander von Humboldt.

Erſter Band.

Naturae vero rerum vis atque majestas in omnibus momentis fide caret, si quis modo partes ejus ac non totam complectatur animo. **Plin.** H. N. lib. 7 c. 1.

Stuttgart und Augsburg.

J. G. Cotta'ſcher Verlag.

1845.

Bayerische Staatsbibliothek München

Buchdruckerei der J. G. Cotta'ſchen Buchhandlung in Stuttgart und Augsburg.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Seiner Majeſtät

dem König

Friedrich Wilhelm IV

widmet

in tiefer Ehrfurcht und mit herzlichem Dankgefühl

dieſen

Entwurf einer phyſiſchen Weltbeſchreibung

Alexander v. Humboldt.

Vorrede.

Ich übergebe am ſpäten Abend eines vielbewegten Lebens dem deutſchen Publikum ein Werk, deſſen Bild in unbeſtimmten Umriſſen mir faſt ein halbes Jahrhundert lang vor der Seele ſchwebte. In manchen Stimmungen habe ich dieſes Werk für unausführbar gehalten: und bin, wenn ich es aufgegeben, wieder, vielleicht unvorſichtig, zu demſelben zurückgekehrt. Ich widme es meinen Zeitgenoſſen mit der Schüchternheit, die ein gerechtes Mißtrauen in das Maaß meiner Kräfte mir einflößen muß. Ich ſuche zu vergeſſen, daß lange erwartete Schriften gewöhnlich ſich minderer Nachſicht zu erfreuen haben.

Wenn durch äußere Lebensverhältniſſe und durch einen unwiderſtehlichen Drang nach verſchiedenartigem Wiſſen ich veranlaßt worden bin mich mehrere Jahre

und ſcheinbar ausſchließlich mit einzelnen Diſciplinen: mit beſchreibender Botanik, mit Geognoſie, Chemie, aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen und Erd-Magnetismus als Vorbereitung zu einer großen Reiſe-Expedition zu beſchäftigen; ſo war doch immer der eigentliche Zweck des Erlernens ein höherer. Was mir den Hauptantrieb gewährte, war das Beſtreben die Erſcheinungen der körperlichen Dinge in ihrem allgemeinen Zuſammenhange, die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganzes aufzufaſſen. Ich war durch den Umgang mit hochbegabten Männern früh zu der Einſicht gelangt, daß ohne den ernſten Hang nach der Kenntniß des Einzelnen alle große und allgemeine Weltanſchauung nur ein Luftgebilde ſein könne. Es ſind aber die Einzelheiten im Naturwiſſen ihrem inneren Weſen nach fähig wie durch eine aneignende Kraft ſich gegenſeitig zu befruchten. Die beſchreibende Botanik, nicht mehr in den engen Kreis der Beſtimmung von Geſchlechtern und Arten feſtgebannt, führt den Beobachter, welcher ferne Länder und hohe Gebirge durchwandert, zu der Lehre von der geographiſchen Vertheilung

der Pflanzen über den Erdboden nach Maaßgabe der Entfernung vom Aequator und der ſenkrechten Erhöhung des Standortes. Um nun wiederum die verwickelten Urſachen dieſer Vertheilung aufzuklären, müſſen die Geſetze der Temperatur-Verſchiedenheit der Klimate wie der meteorologiſchen Proceſſe im Luftkreiſe erſpähet werden. So führt den wißbegierigen Beobachter jede Claſſe von Erſcheinungen zu einer anderen, durch welche ſie begründet wird oder die von ihr abhängt.

Es iſt mir ein Glück geworden, das wenige wiſſenſchaftliche Reiſende in gleichem Maaß mit mir getheilt haben: das Glück, nicht bloß Küſtenländer, wie auf den Erdumſeglungen, ſondern das Innere zweier Continente in weiten Räumen und zwar da zu ſehen, wo dieſe Räume die auffallendſten Contraſte der alpiniſchen Tropen-Landſchaft von Südamerika mit der öden Steppennatur des nördlichen Aſiens darbieten. Solche Unternehmungen mußten, bei der eben geſchilderten Richtung meiner Beſtrebungen, zu allgemeinen Anſichten aufmuntern, ſie mußten den Muth beleben unſre

dermalige Kenntniß der ſideriſchen und telluriſchen Erſcheinungen des Kosmos in ihrem empiriſchen Zuſammenhange in einem einigen Werke abzuhandeln. Der bisher unbeſtimmt aufgefaßte Begriff einer phyſiſchen Erdbeſchreibung ging ſo durch erweiterte Betrachtung, ja, nach einem vielleicht allzu kühnen Plane, durch das Umfaſſen alles Geſchaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer phyſiſchen Weltbeſchreibung über.

Bei der reichen Fülle des Materials, welches der ordnende Geiſt beherrſchen ſoll, iſt die Form eines ſolchen Werkes, wenn es ſich irgend eines litterariſchen Vorzugs erfreuen ſoll, von großer Schwierigkeit. Den Naturſchilderungen darf nicht der Hauch des Lebens entzogen werden, und doch erzeugt das Aneinanderreihen bloß allgemeiner Reſultate einen eben ſo ermüdenden Eindruck als die Anhäufung zu vieler Einzelheiten der Beobachtung. Ich darf mir nicht ſchmeicheln ſo verſchiedenartigen Bedürfniſſen der Compoſition genügt; Klippen vermieden zu haben, die ich nur zu bezeichnen verſtehe. Eine ſchwache Hoffnung gründet ſich

auf die beſondere Nachſicht, welche das deutſche Publikum einer kleinen Schrift, die ich unter dem Titel Anſichten der Natur gleich nach meiner Rückkunft aus Mexico veröffentlicht, lange Zeit geſchenkt hat. Dieſe Schrift behandelte einzelne Theile des Erdelebens (Pflanzengeſtaltung, Grasfluren und Wüſten) unter generellen Beziehungen. Sie hat mehr durch das gewirkt, was ſie in empfänglichen, mit Phantaſie begabten jungen Gemüthern erweckt hat, als durch das, was ſie geben konnte. In dem Kosmos, an welchem ich jetzt arbeite, wie in den Anſichten der Natur habe ich zu zeigen geſucht, daß eine gewiſſe Gründlichkeit in der Behandlung der einzelnen Thatſachen nicht unbedingt Farbenloſigkeit in der Darſtellung erheiſcht.

Da öffentliche Vorträge ein leichtes und entſcheidendes Mittel darbieten, um die gute oder ſchlechte Verkettung einzelner Theile einer Lehre zu prüfen, ſo habe ich viele Monate lang erſt zu Paris in franzöſiſcher Sprache und ſpäter zu Berlin in unſerer vaterländiſchen Sprache faſt gleichzeitig in der großen Halle

der Singakademie und in einem der Hörſäle der Univerſität Vorleſungen über die phyſiſche Weltbeſchreibung, wie ich die Wiſſenſchaft aufgefaßt, gehalten. Bei freier Rede habe ich in Frankreich und Deutſchland nichts über meine Vorträge ſchriftlich aufgezeichnet. Auch die Hefte, welche durch den Fleiß aufmerkſamer Zuhörer entſtanden ſind, blieben mir unbekannt, und wurden daher bei dem jetzt erſcheinenden Buche auf keine Weiſe benutzt. Die erſten vierzig Seiten des erſten Bandes abgerechnet, iſt alles von mir in den Jahren 1843 und 1844 zum erſten Male niedergeſchrieben. Wo der jetzige Zuſtand des Beobachteten und der Meinungen (die zunehmende Fülle des erſteren ruft unwiederbringlich Veränderungen in den letzteren hervor) geſchildert werden ſoll, gewinnt, glaube ich, dieſe Schilderung an Einheit, an Friſche und innerem Leben, wenn ſie an eine beſtimmte Epoche geknüpft iſt. Die Vorleſungen und der Kosmos haben alſo nichts mit einander gemein als etwa die Reihenfolge der Gegenſtände, die ſie behandelt. Nur den „einleitenden Betrachtungen“ habe ich die Form

einer Rede gelaſſen, in die ſie theilweiſe eingeflochten waren.

Den zahlreichen Zuhörern, welche mit ſo vielem Wohlwollen meinen Vorträgen in dem Univerſitäts-Gebäude gefolgt ſind, iſt es vielleicht angenehm, wenn ich als eine Erinnerung an jene längſt verfloßne Zeit, zugleich aber auch als ein ſchwaches Denkmal meiner Dankgefühle hier die Vertheilung der einzeln abgehandelten Materien unter die Geſammtzahl der Vorleſungen (vom 3 November 1827 bis 26 April 1828, in 61 Vorträgen) einſchalte: Weſen und Begrenzung der phyſiſchen Weltbeſchreibung, allgemeines Naturgemälde 5 Vorträge; Geſchichte der Weltanſchauung 3, Anregungen zum Naturſtudium 2, Himmelsräume 16; Geſtalt, Dichte, innere Wärme, Magnetismus der Erde und Polarlicht 5; Natur der ſtarren Erdrinde, heiße Quellen, Erdbeben, Vulcanismus 4; Gebirgsarten, Typen der Formationen 2; Geſtalt der Erdoberfläche, Gliederung der Continente, Hebung auf Spalten 2; tropfbar-flüſſige Umhüllung: Meer 3, elaſtiſch-flüſſige Umhüllung, Atmoſphäre, Wärme-Vertheilung 10;

geographiſche Vertheilung der Organismen im allgemeinen 1; Geographie der Pflanzen 3, Geographie der Thiere 3, Menſchenracen 2.

Der erſte Band meines Werkes enthält: Einleitende Betrachtungen über die Verſchiedenartigkeit des Naturgenuſſes und die Ergründung der Weltgeſetze, Begrenzung und wiſſenſchaftliche Behandluug der phyſiſchen Weltbeſchreibung; ein allgemeines Naturgemälde als Ueberſicht der Erſcheinungen im Kosmos. Indem das allgemeine Naturgemälde von den fernſten Nebelflecken und kreiſenden Doppelſternen des Weltraums zu den telluriſchen Erſcheinungen der Geographie der Organismen (Pflanzen, Thiere und Menſchenracen) herabſteigt, enthält es ſchon das, was ich als das Wichtigſte und Weſentlichſte meines ganzen Unternehmens betrachte: die innere Verkettung des Allgemeinen mit dem Beſonderen; den Geiſt der Behandlung in Auswahl der Erfahrungsſätze, in Form und Styl der Compoſition. Die beiden nachfolgenden Bände ſollen die Anregungsmittel zum Natur-

ſtudium (durch Belebung von Naturſchilderungen, durch Landſchaftmalerei und durch Gruppirung exotiſcher Pflanzengeſtalten in Treibhäuſern); die Geſchichte der Weltanſchauung, d. h. der allmäligen Auffaſſung des Begriffs von dem Zuſammenwirken der Kräfte in einem Naturganzen; und das Specielle der einzelnen Disciplinen enthalten, deren gegenſeitige Verbindung in dem Naturgemälde des erſten Bandes angedeutet worden iſt. Ueberall ſind die bibliographiſchen Quellen, gleichſam die Zeugniſſe von der Wirklichkeit und dem Werthe der Beobachtungen, da wo es mir nöthig ſchien ſie in Erinnerung zu bringen, von dem Texte getrennt und mit Angabe der Seitenzahl in Anmerkungen an das Ende eines jeden Abſchnittes verwieſen. Von meinen eigenen Schriften, in denen ihrer Natur nach die Thatſachen mannigfaltig zerſtreut ſind, habe ich immer vorzugsweiſe nur die Original-Ausgaben angeführt, da es hier auf große Genauigkeit numeriſcher Verhältniſſe ankam und ich in Beziehung auf die Sorgfalt der Ueberſetzer von großem Mißtrauen erfüllt

bin. Wo ich in ſeltenen Fällen kurze Sätze aus den Schriften meiner Freunde entlehnt habe, iſt die Entlehnung durch den Druck ſelbſt zu erkennen. Ich ziehe nach der Art der Alten die Wiederholung derſelben Worte jeder willkührlichen Subſtituirung uneigentlicher oder umſchreibender Ausdrücke vor. Von der in einem friedlichen Werke ſo gefahrvoll zu behandelnden Geſchichte der erſten Entdeckungen wie von vielbeſtrittenen Prioritätsrechten iſt in den Anmerkungen ſelten die Rede. Wenn ich bisweilen des claſſiſchen Alterthums und der glücklichen Uebergangs-Periode des durch große geographiſche Entdeckungen wichtig gewordenen funfzehnten und ſechzehnten Jahrhunderts erwähnt habe, ſo iſt es nur geſchehen, weil in dem Bereich allgemeiner Anſichten der Natur es dem Menſchen ein Bedürfniß iſt ſich von Zeit zu Zeit dem Kreiſe ſtreng dogmatiſirender moderner Meinungen zu entziehen und ſich in das freie, phantaſiereiche Gebiet älterer Ahndungen zu verſenken.

Man hat es oft eine nicht erfreuliche Betrachtung genannt, daß, indem rein litterariſche Geiſtesproducte

gewurzelt ſind in den Tiefen der Gefühle und der ſchöpferiſchen Einbildungskraft, alles, was mit der Empirie, mit Ergründung von Naturerſcheinungen und phyſiſcher Geſetze zuſammenhängt, in wenigen Jahrzehenden, bei zunehmender Schärfe der Inſtrumente und allmäliger Erweitrung des Horizonts der Beobachtung, eine andere Geſtaltung annimmt; ja daß, wie man ſich auszudrücken pflegt, veraltete naturwiſſenſchaftliche Schriften als unlesbar der Vergeſſenheit übergeben ſind. Wer von einer ächten Liebe zum Naturſtudium und von der erhabenen Würde deſſelben beſeelt iſt, kann durch nichts entmuthigt werden, was an eine künftige Vervollkommnung des menſchlichen Wiſſens erinnert. Viele und wichtige Theile dieſes Wiſſens, in den Erſcheinungen der Himmelsräume wie in den telluriſchen Verhältniſſen, haben bereits eine feſte, ſchwer zu erſchütternde Grundlage erlangt. In anderen Theilen werden allgemeine Geſetze an die Stelle der particulären treten, neue Kräfte ergründet, für einfach gehaltene Stoffe vermehrt oder zergliedert werden. Ein Verſuch, die Natur

lebendig und in ihrer erhabenen Größe zu ſchildern, in dem wellenartig wiederkehrenden Wechſel phyſiſcher Veränderlichkeit das Beharrliche aufzuſpüren, wird daher auch in ſpäteren Zeiten nicht ganz unbeachtet bleiben.

Potsdam im November 1844.

Kosmos.

[Die Seiten dieſes neuen Drucks des Kosmos entſprechen genau denen der Original-Ausgabe, ſo daß jede Anziehung von Seitenzahlen der Original-Ausgabe des Kosmos: in Citaten innerhalb des Werks wie in anderen Schriften, in den Anmerkungen und den Inhalts-Verzeichniſſen; gleichmäßig auch für dieſen neuen Druck gilt.]

Einleitende Betrachtungen
über
die Verſchiedenartigkeit des Naturgenuſſes
und eine
wiſſenſchaftliche Ergründung der Weltgeſetze.

(Vorgetragen am Tage der Eröffnung der Vorleſungen in der großen Halle der Singakademie zu Berlin. — Mehrere Einſchaltungen gehören einer ſpäteren Zeit an.)

Wenn ich es unternehme, nach langer Abweſenheit aus dem deutſchen Vaterlande, in freien Unterhaltungen über die Natur die allgemeinen phyſiſchen Erſcheinungen auf unſerem Erdkörper und das Zuſammenwirken der Kräfte im Weltall zu entwickeln, ſo finde ich mich mit einer zwiefachen Beſorgniß erfüllt. Einestheils iſt der Gegenſtand, den ich zu behandeln habe, ſo unermeßlich und die mir vorgeſchriebene Zeit ſo beſchränkt, daß ich fürchten muß in eine encyclopädiſche Oberflächlichkeit zu verfallen oder, nach Allgemeinheit ſtrebend, durch aphoriſtiſche Kürze zu ermüden. Anderentheils hat eine vielbewegte Lebensweiſe mich wenig an öffentliche Vorträge gewöhnt; und in der Befangenheit meines Gemüths wird es mir nicht immer gelingen mich mit der Beſtimmtheit und Klarheit auszudrücken, welche die Größe und die

Mannigfaltigkeit des Gegenſtandes erheiſchen. Die Natur aber iſt das Reich der Freiheit; und um lebendig die Anſchauungen und Gefühle zu ſchildern, welche ein reiner Naturſinn gewährt, ſollte auch die Rede ſtets ſich mit der Würde und Freiheit bewegen, welche nur hohe Meiſterſchaft ihr zu geben vermag.

Wer die Reſultate der Naturforſchung nicht in ihrem Verhältniß zu einzelnen Stufen der Bildung oder zu den individuellen Bedürfniſſen des geſelligen Lebens, ſondern in ihrer großen Beziehung auf die geſammte Menſchheit betrachtet; dem bietet ſich, als die erfreulichſte Frucht dieſer Forſchung, der Gewinn dar, durch Einſicht in den Zuſammenhang der Erſcheinungen den Genuß der Natur vermehrt und veredelt zu ſehen. Eine ſolche Veredlung iſt aber das Werk der Beobachtung, der Intelligenz und der Zeit, in welcher alle Richtungen der Geiſteskräfte ſich reflectiren. Wie ſeit Jahrtauſenden das Menſchengeſchlecht dahin gearbeitet hat, in dem ewig wiederkehrenden Wechſel der Weltgeſtaltungen das Beharrliche des Geſetzes aufzufinden und ſo allmälig durch die Macht der Intelligenz den weiten Erdkreis zu erobern, lehrt die Geſchichte den, welcher den uralten Stamm unſeres Wiſſens durch die tiefen Schichten der Vorzeit bis zu ſeinen Wurzeln zu verfolgen weiß. Dieſe Vorzeit befragen heißt dem geheimnißvollen Gange der Ideen nachſpüren, auf welchem daſſelbe Bild, das früh dem inneren Sinne als ein harmoniſch geordnetes Ganzes, K o s m o s, vorſchwebte, ſich zuletzt wie das Ergebniß langer, mühevoll geſammelter Erfahrungen darſtellt.

In dieſen beiden Epochen der Weltanſicht, dem erſten Erwachen des Bewußtſeins der Völker und dem endlichen,

gleichzeitigen Anbau aller Zweige der Cultur, ſpiegeln ſich zwei Arten des Genuſſes ab. Den einen erregt, in dem offenen kindlichen Sinne des Menſchen, der Eintritt in die freie Natur und das dunkle Gefühl des Einklangs, welcher in dem ewigen Wechſel ihres ſtillen Treibens herrſcht. Der andere Genuß gehört der vollendeteren Bildung des Geſchlechts und dem Reflex dieſer Bildung auf das Individuum an: er entſpringt aus der Einſicht in die Ordnung des Weltalls und in das Zuſammenwirken der phyſiſchen Kräfte. So wie der Menſch ſich nun Organe ſchafft, um die Natur zu befragen und den engen Raum ſeines flüchtigen Daſeins zu überſchreiten; wie er nicht mehr bloß beobachtet, ſondern Erſcheinungen unter beſtimmten Bedingungen hervorzurufen weiß; wie endlich die Philoſophie der Natur, ihrem alten dichteriſchen Gewande entzogen, den ernſten Charakter einer denkenden Betrachtung des Beobachteten annimmt: treten klare Erkenntniß und Begrenzung an die Stelle dumpfer Ahndungen und unvollſtändiger Inductionen. Die dogmatiſchen Anſichten der vorigen Jahrhunderte leben dann nur fort in den Vorurtheilen des Volks und in gewiſſen Disciplinen, die, in dem Bewußtſein ihrer Schwäche, ſich gern in Dunkelheit hüllen. Sie erhalten ſich auch als ein läſtiges Erbtheil in den Sprachen, die ſich durch ſymboliſirende Kunſtwörter und geiſtloſe Formen verunſtalten. Nur eine kleine Zahl ſinniger Bilder der Phantaſie, welche, wie vom Dufte der Urzeit umfloſſen, auf uns gekommen ſind, gewinnen beſtimmtere Umriſſe und eine erneuerte Geſtalt.

Die Natur iſt für die denkende Betrachtung Einheit in der Vielheit, Verbindung des Mannigfaltigen in Form

und Miſchung, Inbegriff der Naturdinge und Naturkräfte, als ein lebendiges Ganzes. Das wichtigſte Reſultat des ſinnigen phyſiſchen Forſchens iſt daher dieſes: in der Mannigfaltigkeit die Einheit zu erkennen; von dem Individuellen alles zu umfaſſen, was die Entdeckungen der letzteren Zeitalter uns darbieten; die Einzelheiten prüfend zu ſondern und doch nicht ihrer Maſſe zu unterliegen: der erhabenen Beſtimmung des Menſchen eingedenk, den Geiſt der Natur zu ergreifen, welcher unter der Decke der Erſcheinungen verhüllt liegt. Auf dieſem Wege reicht unſer Beſtreben über die enge Grenze der Sinnenwelt hinaus; und es kann uns gelingen, die Natur begreifend, den rohen Stoff empiriſcher Anſchauung gleichſam durch Ideen zu beherrſchen.

Wenn wir zuvörderſt über die verſchiedenen Stufen des Genuſſes nachdenken, welchen der Anblick der Natur gewährt; ſo finden wir, daß die erſte unabhängig von der Einſicht in das Wirken der Kräfte, ja faſt unabhängig von dem eigenthümlichen Charakter der Gegend iſt, die uns umgiebt. Wo in der Ebene, einförmig, geſellige Pflanzen den Boden bedecken und auf grenzenloſer Ferne das Auge ruht; wo des Meeres Wellen das Ufer ſanft beſpülen und durch Ulfen und grünenden Seetang ihren Weg bezeichnen: überall durchdringt uns das Gefühl der freien Natur, ein dumpfes Ahnden ihres „Beſtehens nach inneren ewigen Geſetzen“. In ſolchen Anregungen ruht eine geheimnißvolle Kraft; ſie ſind erheiternd und lindernd, ſtärken und erfriſchen den ermüdeten Geiſt, beſänftigen oft das Gemüth, wenn es ſchmerzlich in ſeinen Tiefen erſchüttert oder vom wilden Drange der Leidenſchaften bewegt iſt. Was ihnen

ernſtes und feierliches beiwohnt, entſpringt aus dem faſt bewußtloſen Gefühle höherer Ordnung und innerer Geſetzmäßigkeit der Natur; aus dem Eindruck ewig wiederkehrender Gebilde, wo in dem Beſonderſten des Organismus das Allgemeine ſich ſpiegelt; aus dem Contraſte zwiſchen dem ſittlich Unendlichen und der eigenen Beſchränktheit, der wir zu entfliehen ſtreben. In jedem Erdſtriche, überall wo die wechſelnden Geſtalten des Thier- und Pflanzenlebens ſich darbieten, auf jeder Stufe intellectueller Bildung ſind dem Menſchen dieſe Wohlthaten gewährt.

Ein anderer Naturgenuß, ebenfalls nur das Gefühl anſprechend, iſt der, welchen wir, nicht dem bloßen Eintritt in das Freie (wie wir tief bedeutſam in unſerer Sprache ſagen), ſondern dem individuellen Charakter einer Gegend, gleichſam der phyſiognomiſchen Geſtaltung der Oberfläche unſeres Planeten verdanken. Eindrücke ſolcher Art ſind lebendiger, beſtimmter und deshalb für beſondere Gemüthszuſtände geeignet. Bald ergreift uns die Größe der Naturmaſſen im wilden Kampfe der entzweiten Elemente oder, ein Bild des Unbeweglich-Starren, die Oede der unermeßlichen Grasfluren und Steppen, wie in dem geſtaltloſen Flachlande der Neuen Welt und des nördlichen Aſiens; bald feſſelt uns, freundlicheren Bildern hingegeben, der Anblick der bebauten Flur, die erſte Anſiedelung des Menſchen, von ſchroffen Felsſchichten umringt, am Rande des ſchäumenden Gießbachs. Denn es iſt nicht ſowohl die Stärke der Anregung, welche die Stufen des individuellen Naturgenuſſes bezeichnet, als der beſtimmte Kreis von Ideen und Gefühlen, die ſie erzeugen und welchen ſie Dauer verleihen.

Darf ich mich hier der eigenen Erinnerung großer Naturſcenen überlaſſen: ſo gedenke ich des Oceans, wenn in der Milde tropiſcher Nächte das Himmelsgewölbe ſein planetariſches, nicht funkelndes Sternenlicht über die ſanftwogende Wellenfläche ergießt; oder der Waldthäler der Cordilleren, wo mit kräftigem Triebe hohe Palmenſtämme das düſtere Laubdach durchbrechen und als Säulengänge hervorragen, „ein Wald über dem Walde“ [1]; oder des Pics von Teneriffa, wenn horizontale Wolkenſchichten den Aſchenkegel von der unteren Erdfläche trennen, und plötzlich durch eine Oeffnung, die der aufſteigende Luftſtrom bildet, der Blick von dem Rande des Kraters ſich auf die weinbekränzten Hügel von Orotava und die Hesperidengärten der Küſte hinabſenkt. In dieſen Scenen iſt es nicht mehr das ſtille, ſchaffende Leben der Natur, ihr ruhiges Treiben und Wirken, die uns anſprechen: es iſt der individuelle Charakter der Landſchaft, ein Zuſammenfließen der Umriſſe von Wolken, Meer und Küſten im Morgendufte der Inſeln; es iſt die Schönheit der Pflanzenformen und ihrer Gruppirung. Denn das Ungemeſſene, ja ſelbſt das Schreckliche in der Natur, alles was unſere Faſſungskraft überſteigt, wird in einer romantiſchen Gegend zur Quelle des Genuſſes. Die Phantaſie übt dann das freie Spiel ihrer Schöpfungen an dem, was von den Sinnen nicht vollſtändig erreicht werden kann; ihr Wirken nimmt eine andere Richtung bei jedem Wechſel in der Gemüthsſtimmung des Beobachters. Getäuſcht, glauben wir von der Außenwelt zu empfangen, was wir ſelbſt in dieſe gelegt haben.

Wenn nach langer Seefahrt, fern von der Heimath, wir zum erſten Male ein Tropenland betreten, erfreut uns,

an ſchroffen Felswänden, der Anblick derſelben Gebirgsarten (des Thonſchiefers oder des baſaltartigen Mandelſteins), die wir auf europäiſchem Boden verließen und deren Allverbreitung zu beweiſen ſcheint, es habe die alte Erdrinde ſich unabhängig von dem äußeren Einfluß der jetzigen Klimate gebildet; aber dieſe wohlbekannte Erdrinde iſt mit den Geſtalten einer fremdartigen Flora geſchmückt. Da offenbart ſich uns, den Bewohnern der nordiſchen Zone, von ungewohnten Pflanzenformen, von der überwältigenden Größe des tropiſchen Organismus und einer exotiſchen Natur umgeben, die wunderbar aneignende Kraft des menſchlichen Gemüthes. Wir fühlen uns ſo mit allem Organiſchen verwandt, daß, wenn es anfangs auch ſcheint, als müſſe die heimiſche Landſchaft, wie ein heimiſcher Volksdialekt, uns zutraulicher, und durch den Reiz einer eigenthümlichen Natürlichkeit uns inniger anregen als jene fremde üppige Pflanzenfülle, wir uns doch bald in dem Palmen-Klima der heißen Zone eingebürgert glauben. Durch den geheimnißvollen Zuſammenhang aller organiſchen Geſtaltung (und unbewußt liegt in uns das Gefühl der Nothwendigkeit dieſes Zuſammenhangs) erſcheinen unſerer Phantaſie jene exotiſchen Formen wie erhöht und veredelt aus denen, die unſere Kindheit umgaben. So leiten dunkle Gefühle und die Verkettung ſinnlicher Anſchauungen, wie ſpäter die Thätigkeit der combinirenden Vernunft, zu der Erkenntniß, welche alle Bildungsſtufen der Menſchheit durchdringt, daß ein gemeinſames, geſetzliches und darum ewiges Band die ganze lebendige Natur umſchlinge.

Es iſt ein gewagtes Unternehmen, den Zauber der Sinnenwelt einer Zergliederung ſeiner Elemente zu unterwerfen.

Denn der großartige Charakter einer Gegend iſt vorzüglich dadurch beſtimmt, daß die eindrucksreichſten Naturerſcheinungen gleichzeitig vor die Seele treten, daß eine Fülle von Ideen und Gefühlen gleichzeitig erregt werde. Die Kraft einer ſolchen über das Gemüth errungenen Herrſchaft iſt recht eigentlich an die Einheit des Empfundenen, des Nicht-Entfalteten geknüpft. Will man aber aus der objectiven Verſchiedenheit der Erſcheinungen die Stärke des Totalgefühls erklären, ſo muß man ſondernd in das Reich beſtimmter Naturgeſtalten und wirkender Kräfte hinabſteigen. Den mannigfaltigſten und reichſten Stoff für dieſe Art der Betrachtungen gewährt die landwirthſchaftliche Natur im ſüdlichen Aſien oder im Neuen Continent: da, wo hohe Gebirgsmaſſen den Boden des Luftmeers bilden und wo dieſelben vulkaniſchen Mächte, welche einſt die lange Andes-Mauer aus tiefen Erdſpalten emporgehoben, jetzt noch ihr Werk zum Schrecken der Anwohner oft erſchüttern.

Naturgemälde, nach leitenden Ideen an einander gereihet, ſind nicht allein dazu beſtimmt unſeren Geiſt angenehm zu beſchäftigen; ihre Reihenfolge kann auch die Graduation der Natureindrücke bezeichnen, deren allmälig geſteigerten Intenſität wir aus der einförmigen Leere pflanzenloſer Ebenen bis zu der üppigen Blüthenfülle der heißen Zone gefolgt ſind. Wenn man als ein Spiel der Phantaſie den Pilatus auf das Schreckhorn [2], oder unſere Sudetiſche Schneekoppe auf den Montblanc aufthürmt, ſo hat man noch nicht eine der größten Höhen der Andeskette, den Chimborazo, die doppelte Höhe des Aetna erreicht; wenn man auf den Chimborazo den Rigi oder den Athos thürmt, ſo ſchaffen wir uns ein Bild von dem höchſten Gipfel des

Himalaya=Gebirges, dem Dhawalagiri. Obgleich das indiſche Gebirge in der Größe ſeiner coloſſalen, jetzt durch wiederholte Meſſung wohl beſtimmten Maſſen die Andeskette weit übertrifft, ſo gewährt ihr Anblick doch nicht die Mannigfaltigkeit der Erſcheinungen, welche die Cordilleren von Südamerika charakteriſiren. Höhe allein beſtimmt nicht den Eindruck der Natur. Die Himalaya=Kette liegt ſchon weit außerhalb der Grenze tropiſcher Klimate. Kaum verirrt ſich eine Palme[3] bis in die ſchönen Thäler der Vorgebirge von Nepaul und Kumaon. Unter dem 28ten und 34ten Grade der Breite, am Abhange des alten Paropamiſus, entfaltet die vegetabiliſche Natur nicht mehr die Fülle baumartiger Farnkräuter und Gräſer, großblüthiger Orchideen und Bananen=Gewächſe, welche unter den Wendekreiſen bis zu den Hochebenen hinaufſteigen. Unter dem Schatten der cederartigen Deodwara=Fichte und großblättriger Eichen bedecken das granitartige Geſtein europäiſche und nord=aſiatiſche Pflanzenformen. Es ſind nicht dieſelben Arten, aber ähnliche Gebilde: Wachholder, Alpen=Birken, Gentianen, Parnaſſien und ſtachlige Ribes=Arten.[4] Dem Himalaya fehlen die wechſelnden Erſcheinungen thätiger Vulkane, welche in der indiſchen Inſelwelt drohend an das innere Leben der Erde mahnen. Auch fängt, wenigſtens an ſeinem ſüdlichen Abhange, wo die feuchtere Luft Hinduſtans ihren Waſſergehalt abſetzt, der ewige Schnee meiſt ſchon in der Höhe von eilf= bis zwölftauſend Fuß an, und ſetzt ſo der Entwicklung des organiſchen Lebens eine frühere Grenze als in den Aequinoctial=Gegenden von Südamerika, wo der Organismus faſt zweitauſend ſechshundert Fuß höher verbreitet iſt.[5]

Die dem Aequator nahe Gebirgsgegend hat einen anderen, nicht genugſam beachteten Vorzug: es iſt der Theil der Oberfläche unſeres Planeten, wo im engſten Raume die Mannigfaltigkeit der Natureindrücke ihr Maximum erreicht. In der tiefgefurchten Andeskette von Neu-Granada und Quito iſt es dem Menſchen gegeben alle Geſtalten der Pflanzen und alle Geſtirne des Himmels gleichzeitig zu ſchauen. Ein Blick umfaßt Heliconien, hochgefiederte Palmen, Bambuſen, und über dieſen Formen der Tropenwelt: Eichenwälder, Mespilus-Arten und Dolden-Gewächſe, wie in unſerer deutſchen Heimath; ein Blick umfaßt das ſüdliche Kreuz, die Magelhaniſchen Wolken und die leitenden Sterne des Bären, die um den Nordpol kreiſen. Dort öffnen der Erde Schooß und beide Hemiſphären des Himmels den ganzen Reichthum ihrer Erſcheinungen und verſchiedenartigen Gebilde; dort ſind die Klimate, wie die durch ſie beſtimmten Pflanzen-Zonen ſchichtenweiſe über einander gelagert; dort die Geſetze abnehmender Wärme, dem aufmerkſamen Beobachter verſtändlich, mit ewigen Zügen in die Felſenwände der Andeskette, am Abhange des Gebirges, eingegraben. Um dieſe Verſammlung nicht mit Ideen zu ermüden, die ich verſucht habe[6] in einem eigenen Werke über die Geographie der Pflanzen bildlich darzuſtellen, hebe ich hier nur einige wenige Erinnerungen aus dem „Naturgemälde der Tropengegend" hervor. Was in dem Gefühle umrißlos und duftig, wie Bergluft, verſchmilzt, kann von der, nach dem Cauſalzuſammenhang der Erſcheinungen grübelnden Vernunft nur in einzelne Elemente zerlegt, als Ausdruck eines individuellen Naturcharakters, begriffen werden. Aber in dem wiſſenſchaftlichen

Kreiſe, wie in den heiteren Kreiſen der Landſchaft-Dichtung und Landſchaftmalerei, gewinnt die Darſtellung um ſo mehr an Klarheit und objectiver Lebendigkeit, als das Einzelne beſtimmt aufgefaßt und begrenzt iſt.

Sind die tropiſchen Länder eindrucksreicher für das Gemüth durch Fülle und Ueppigkeit der Natur, ſo ſind ſie zugleich auch (und dieſer Geſichtspunkt iſt der wichtigſte in dem Ideengange, den ich hier verfolge) vorzugsweiſe dazu geeignet, durch einförmige Regelmäßigkeit in den meteorologiſchen Proceſſen des Luftkreiſes und in der periodiſchen Entwicklung des Organismus, durch ſcharfe Scheidung der Geſtalten bei ſenkrechter Erhebung des Bodens, dem Geiſte die geſetzmäßige Ordnung der Himmelsräume, wie abgeſpiegelt in dem Erdeleben, zu zeigen. Mögen wir einige Augenblicke bei dieſem Bilde der Regelmäßigkeit, die ſelbſt an Zahlenverhältniſſe geknüpft iſt, verweilen!

In den heißen Ebenen, die ſich wenig über die Meeresfläche der Südſee erheben, herrſcht die Fülle der Piſang-Gewächſe, der Cycadeen und Palmen; ihr folgen, von hohen Thalwänden beſchattet, baumartige Farnkräuter und, in üppiger Naturkraft, von kühlem Wolkennebel unaufhörlich getränkt und erfriſcht, die Cinchonen, welche die lange verkannte, wohlthätige Fieberrinde geben. Wo der hohe Baumwuchs aufhört, blühen, geſellig an einander gedrängt, Aralien, Thibaudien und myrtenblättrige Andromeden. Einen purpurrothen Gürtel bildet die Alpenroſe der Cordilleren, die harzreiche Befaria. Dann verſchwinden allmälig, in der ſtürmiſchen Region der Paramos, die höheren Geſträuche und die großblüthigen Kräuter. Rispen-tragende

Monocotyledonen bedecken einförmig den Boden: eine unabſehbare Grasflur, gelb leuchtend in der Ferne; hier weiden einſam das Kameel-Schaf und die von den Europäern eingeführten Rinder. Wo die nackten Felsklippen trachytartigen Geſteins ſich aus der Raſendecke emporheben, da entwickeln ſich, bei mangelnder Dammerde, nur noch Pflanzen niederer Organiſation: die Schaar der Flechten, welche der dünne, kohlenſtoffarme Luftkreis dürftig ernährt; Parmelien, Lecideen und der vielfarbige Keimſtaub der Leprarien. Inſeln friſch gefallenen Schnees verhüllen hier die letzten Regungen des Pflanzenlebens, bis, ſcharf begrenzt, die Zone des ewigen Eiſes beginnt. Durch die weißen, wahrſcheinlich hohlen, glockenförmigen Gipfel ſtreben, doch meiſt vergebens, die unterirdiſchen Mächte auszubrechen. Wo es ihnen gelungen iſt durch runde, keſſelförmige Feuerſchlünde oder langgedehnte Spalten mit dem Luftkreiſe in bleibenden Verkehr zu treten; da ſtoßen ſie, faſt nie Laven, aber Kohlenſäure, Schwefel-Hydrate und heiße Waſſerdämpfe aus.

Ein ſo erhabenes Schauſpiel konnte bei den Bewohnern der Tropenwelt, in dem erſten Andrange roher Naturgefühle, nur Bewunderung und dumpfes Erſtaunen erregen. Der innere Zuſammenhang großer, periodiſch wiederkehrender Erſcheinungen, die einfachen Geſetze, nach denen dieſe Erſcheinungen ſich zonenweiſe gruppiren, bieten ſich dort allerdings dem Menſchen in größerer Klarheit dar; aber bei den Urſachen, welche in vielen Theilen dieſes glücklichen Erdſtrichs dem localen Entſtehen hoher Geſittung entgegentreten, ſind die Vortheile eines leichteren Erkennens jener Geſetze (ſo weit geſchichtliche Kunde reicht) unbenutzt geblieben. Gründliche Unterſuchungen der neueſten Zeit haben es mehr als zweifelhaft

gemacht, daß der eigentliche Urſitz indiſcher Cultur, einer der herrlichſten Blüthen des Menſchengeſchlechts, deren ſüdöſtlichſte Verbreitung Wilhelm von Humboldt in ſeinem großen Werke[7] „über die Kawi-Sprache" entwickelt hat, innerhalb der Wendekreiſe geweſen ſei. Airyana Vaedjô, das alte Zendland, lag im Nordweſten des oberen Indus; und nach dem religiöſen Zwieſpalt, dem Abfall der Iranier vom brahmaniſchen Inſtitute und ihrer Trennung von den Indern hat bei dieſen die urſprünglich gemeinſchaftliche Sprache ihre eigenthümliche Geſtaltung, wie das bürgerliche Weſen ſeine Ausbildung im Magadha[8] oder Madhya Deſa, zwiſchen der kleinen Vindhya-Kette und dem Himalaya, erlangt.

Tiefere Einſicht in das Wirken der phyſiſchen Kräfte hat ſich (trotz der Hinderniſſe, welche, unter höheren Breiten, verwickelte örtliche Störungen in den Naturproceſſen des Dunſtkreiſes oder in der klimatiſchen Verbreitung organiſcher Gebilde dem Auffinden allgemeiner Geſetze entgegenſtellen) doch nur, wenn gleich ſpät, bei den Volksſtämmen gefunden, welche die gemäßigte Zone unſerer Hemiſphäre bewohnen. Von daher iſt dieſe Einſicht in die Tropen-Region und in die ihr nahen Länder durch Völkerzüge und fremde Anſiedler gebracht worden: eine Verpflanzung wiſſenſchaftlicher Cultur, die auf das intellectuelle Leben und den induſtriellen Wohlſtand der Colonien, wie der Mutterſtaaten, gleich wohlthätig eingewirkt hat. Wir berühren hier den Punkt, wo, in dem Contact mit der Sinnenwelt, zu den Anregungen des Gemüthes ſich noch ein anderer Genuß geſellt, ein Naturgenuß, der aus Ideen entſpringt: da, wo in dem Kampf der ſtreitenden Elemente

das Ordnungsmäßige, Geſetzliche nicht bloß geahndet, ſondern vernunftmäßig erkannt wird; wo der Menſch, wie der unſterbliche Dichter [9] ſagt:

„ſucht den ruhenden Pol in der Erſcheinungen Flucht“.

Um dieſen Naturgenuß, der aus Ideen entſpringt, bis zu ſeinem erſten Keime zu verfolgen, bedarf es nur eines flüchtigen Blicks auf die Entwickelungsgeſchichte der Philoſophie der Natur oder der alten Lehre vom Kosmos.

Ein dumpfes, ſchauervolles Gefühl von der Einheit der Naturgewalten, von dem geheimnißvollen Bande, welches das Sinnliche und Ueberſinnliche verknüpft, iſt allerdings (und meine eigenen Reiſen haben es beſtätigt) ſelbſt wilden Völkern eigen. Die Welt, die ſich dem Menſchen durch die Sinne offenbart, ſchmilzt, ihm ſelbſt faſt unbewußt, zuſammen mit der Welt, welche er, inneren Anklängen folgend, als ein großes Wunderland, in ſeinem Buſen aufbaut. Dieſe aber iſt nicht der reine Abglanz von jener; denn ſo wenig auch noch das Aeußere von dem Inneren ſich loszureißen vermag, ſo wirkt doch ſchon unaufhaltſam, bei den roheſten Völkern, die ſchaffende Phantaſie und die ſymboliſirende Ahndung des Bedeutſamen in den Erſcheinungen. Was bei einzelnen mehr begabten Individuen ſich als Rudiment einer Naturphiloſophie, gleichſam als eine Vernunft-Anſchauung darſtellt, iſt bei ganzen Stämmen das Product inſtinctiver Empfänglichkeit. Auf dieſem Wege, in der Tiefe und Lebendigkeit dumpfer Gefühle, liegt zugleich der erſte Antrieb zum Cultus, die Heiligung der erhaltenden wie der zerſtörenden Naturkräfte. Wenn nun der Menſch, indem er die verſchiedenen Entwicklungsſtufen ſeiner Bildung durchläuft, minder an den Boden gefeſſelt,

ſich allmälig zu geiſtiger Freiheit erhebt, genügt ihm nicht mehr ein dunkles Gefühl, die ſtille Ahndung von der Einheit aller Naturgewalten. Das zergliedernde und ordnende Denkvermögen tritt in ſeine Rechte ein; und wie die Bildung des Menſchengeſchlechts, ſo wächſt gleichmäßig mit ihr, bei dem Anblick der Lebensfülle, welche durch die ganze Schöpfung fließt, der unaufhaltſame Trieb, tiefer in den urſachlichen Zuſammenhang der Erſcheinungen einzudringen.

Schwer iſt es, einem ſolchem Triebe ſchnelle und doch ſichere Befriedigung zu gewähren. Aus unvollſtändigen Beobachtungen und noch unvollſtändigeren Inductionen entſtehen irrige Anſichten von dem Weſen der Naturkräfte: Anſichten, die, durch bedeutſame Sprachformen gleichſam verkörpert und erſtarrt, ſich, wie ein Gemeingut der Phantaſie, durch alle Claſſen einer Nation verbreiten. Neben der wiſſenſchaftlichen Phyſik bildet ſich dann eine andere, ein Syſtem ungeprüfter, zum Theil gänzlich mißverſtandener Erfahrungs-Kenntniſſe. Wenige Einzelheiten umfaſſend, iſt dieſe Art der Empirik um ſo anmaßender, als ſie keine der Thatſachen kennt, von denen ſie erſchüttert wird. Sie iſt in ſich abgeſchloſſen, unveränderlich in ihren Axiomen, anmaßend wie alles Beſchränkte: während die wiſſenſchaftliche Naturkunde, unterſuchend und darum zweifelnd, das feſt Ergründete von dem bloß Wahrſcheinlichen trennt, und ſich täglich durch Erweiterung und Berichtigung ihrer Anſichten vervollkommnet.

Eine ſolche rohe Anhäufung phyſiſcher Dogmen, welche ein Jahrhundert dem andern überliefert und aufdringt, wird aber nicht bloß ſchädlich, weil ſie einzelne Irrthümer nährt, weil ſie hartnäckig wie das Zeugniß ſchlecht

beobachteter Thatſachen iſt; nein, ſie hindert auch jede groß-artige Betrachtung des Weltbaus. Statt den mittleren Zu-ſtand zu erforſchen, um welchen, bei der ſcheinbaren Unge-bundenheit der Natur, alle Phänomene innerhalb enger Grenzen oſcilliren, erkennt ſie nur die Ausnahmen von den Geſetzen; ſie ſucht andere Wunder in den Erſcheinungen und Formen als die der geregelten und fortſchreitenden Entwickelung. Immer iſt ſie geneigt die Kette der Naturbegebenheiten zerriſſen zu wähnen, in der Gegenwart die Analogie mit der Vergangenheit zu verkennen; und ſpielend, bald in den fernen Himmelsräumen, bald im Innern des Erdkörpers, die Urſach jener erdichteten Störungen der Weltordnung aufzufinden. Sie führt ab von den Anſichten der vergleichenden Erdkunde, die, wie Carl Ritter's großes und geiſtreiches Werk bewieſen hat, nur dann Gründlichkeit erlangt, wenn die ganze Maſſe von That-ſachen, die unter verſchiedenen Himmelsſtrichen geſammelt worden ſind, mit Einem Blicke umfaßt, dem combinirenden Verſtande zu Gebote ſteht.

Es iſt ein beſonderer Zweck dieſer Unterhaltungen über die Natur, einen Theil der Irrthümer, die aus roher und unvoll-ſtändiger Empirie entſprungen ſind und vorzugsweiſe in den höhe-ren Volksclaſſen (oft neben einer ausgezeichneten litterariſchen Bildung) fortleben, zu berichtigen und ſo den Genuß der Natur durch tiefere Einſicht in ihr inneres Weſen zu vermehren. Das Bedürfniß eines ſolchen veredelten Genuſſes wird allgemein ge-fühlt; denn ein eigener Charakter unſeres Zeitalters ſpricht ſich in dem Beſtreben aller gebildeten Stände aus, das Leben durch einen größeren Reichthum von Ideen zu verſchönern. Der

ehrenvolle Antheil, welcher meinen Vorträgen in zwei Hör≈ſälen dieſer Hauptſtadt geſchenkt wird, zeugt für die Lebendigkeit eines ſolchen Beſtrebens.

Ich kann daher der Beſorgniß nicht Raum geben, zu welcher Beſchränkung oder eine gewiſſe ſentimentale Trübheit des Gemüths zu leiten ſcheinen: der Beſorgniß, daß, bei jedem Forſchen in das innere Weſen der Kräfte, die Natur von ihrem Zauber, von dem Reize des Geheimnißvollen und Erhabenen verliere. Allerdings wirken Kräfte, im eigentlichen Sinne des Worts, nur dann magiſch, wie im Dunkel einer geheimnißvollen Macht, wenn ihr Wirken außerhalb des Gebietes allgemein er≈kannter Naturbedingungen liegt. Der Beobachter, der durch ein Heliometer oder einen prismatiſchen Doppelſpath [10] den Durch≈meſſer der Planeten beſtimmt, Jahre lang die Meridianhöhe deſſelben Sternes mißt, zwiſchen dichtgedrängten Nebelflecken teleſcopiſche Cometen erkennt; fühlt (und es iſt ein Glück für den ſichern Erfolg dieſer Arbeit) ſeine Phantaſie nicht mehr angeregt als der beſchreibende Botaniker, ſo lange er die Kelch=Einſchnitte und die Staubfäden einer Blume zählt, und in der Structur eines Laubmooſes die einfachen oder doppelten, die freien oder ringförmig verwachſenen Zähne der Saamen≈kapſel unterſucht; aber das Meſſen und Auffinden numeri≈ſcher Verhältniſſe, die ſorgfältigſte Beobachtung des Einzelnen bereitet zu der höheren Kenntniß des Naturganzen und der Weltgeſetze vor. Dem Phyſiker, welcher (wie Thomas Young, Arago und Fresnel) die ungleich langen Ströme der durch Interferenz ſich vernichtenden oder verſtärkenden Lichtwellen mißt; dem Aſtronomen, der mittelſt der raumdurchdringenden

Kraft der Fernröhre nach den Monden des Uranus am äußerſten Rande unſeres Sonnenſyſtems forſcht, oder (wie Herſchel, South und Struve) aufglimmende Lichtpunkte in farbige Doppelſterne zerlegt; dem eingeweihten Blick des Botanikers, welcher die chara-artig kreiſende Bewegung der Saftkügelchen in faſt allen vegetabiliſchen Zellen, die Einheit der Geſtaltung, das iſt die Verkettung der Formen in Geſchlechtern und natürlichen Familien, erkennt: gewähren die Himmelsräume, wie die blüthenreiche Pflanzendecke der Erde, gewiß einen großartigeren Anblick als dem Beobachter, deſſen Naturſinn noch nicht durch die Einſicht in den Zuſammenhang der Erſcheinungen geſchärft iſt. Wir können daher dem geiſtreichen Burke nicht beipflichten, wenn er behauptet, daß „aus der Unwiſſenheit von den Dingen der Natur allein die Bewunderung und das Gefühl des Erhabenen entſtehe“.

Während die gemeine Sinnlichkeit die leuchtenden Geſtirne an ein kryſtallenes Himmelsgewölbe heftet, erweitert der Aſtronom die räumliche Ferne; er begrenzt unſere Weltengruppe, nur um jenſeits andere und andere ungezählte Gruppen (eine aufglimmende Inſelflur) zu zeigen. Das Gefühl des Erhabnen, in ſo fern es aus der einfachen Naturanſchauung der Ausdehnung zu entſpringen ſcheint, iſt der feierlichen Stimmung des Gemüths verwandt, welche dem Ausdruck des Unendlichen und Freien in den Sphären ideeller Subjectivität, in dem Bereich des Geiſtigen angehört. Auf dieſer Verwandtſchaft, dieſer Bezüglichkeit der ſinnlichen Eindrücke beruht der Zauber des Unbegrenzten: ſei es auf dem Ocean und im Luftmeere, wo dieſes eine iſolirte Bergſpitze umgiebt; ſei es im Weltraume,

in den die nebel=auflöſende Kraft großer Fernröhre unſere Einbildungskraft tief und ahnungsvoll verſenkt.

Einſeitige Behandlung der phyſikaliſchen Wiſſenſchaften, endloſes Anhäufen roher Materialien konnten freilich zu dem, nun faſt verjährten Vorurtheile beitragen, als müßte nothwendig wiſſenſchaftliche Erkenntniß das Gefühl erkälten, die ſchaffende Bildkraft der Phantaſie ertödten und ſo den Naturgenuß ſtören. Wer in der bewegten Zeit, in der wir leben, noch dieſes Vorurtheil nährt; der verkennt, bei dem allgemeinen Fortſchreiten menſchlicher Bildung, die Freuden einer höheren Intelligenz: einer Geiſtesrichtung, welche Mannigfaltigkeit in Einheit auflöſt und vorzugsweiſe bei dem Allgemeinen und Höheren verweilt. Um dies Höhere zu genießen, müſſen in dem mühſam durchforſchten Felde ſpecieller Naturformen und Naturerſcheinungen die Einzelheiten zurückgedrängt und von dem ſelbſt, der ihre Wichtigkeit erkannt hat und den ſie zu größeren Anſichten geleitet, ſorgfältig verhüllt werden.

Zu den Beſorgniſſen über den Verluſt eines freien Naturgenuſſes unter dem Einfluß denkender Betrachtung oder wiſſenſchaftlicher Erkenntniß geſellen ſich auch die, welche aus dem, nicht Allen erreichbaren Maaße dieſer Erkenntniß oder dem Umfange derſelben geſchöpft werden. In dem wundervollen Gewebe des Organismus, in dem ewigen Treiben und Wirken der lebendigen Kräfte führt allerdings jedes tiefere Forſchen an den Eingang neuer Labyrinthe. Aber gerade dieſe Mannigfaltigkeit unbetretener, vielverſchlungener Wege erregt auf allen Stufen des Wiſſens freudiges Erſtaunen. Jedes Naturgeſetz, das ſich dem Beobachter offenbart, läßt auf ein höheres, noch

unerkanntes ſchließen; denn die Natur iſt, wie Carus [11] trefflich ſagt, und wie das Wort ſelbſt dem Römer und dem Griechen andeutete, „das ewig Wachſende, ewig im Bilden und Entfalten Begriffene". Der Kreis der organiſchen Typen erweitert ſich, je mehr die Erdräume auf Land- und Seereiſen durchſucht, die lebendigen Organismen mit den abgeſtorbenen verglichen, die Microſcope vervollkommnet und verbreitet werden. In der Mannigfaltigkeit und im periodiſchen Wechſel der Lebensgebilde erneuert ſich unabläſſig das Urgeheimniß aller Geſtaltung, ich ſollte ſagen: das von Göthe ſo glücklich behandelte Problem der Metamorphoſe; eine Löſung, die dem Bedürfniß nach einem idealen Zurückführen der Formen auf gewiſſe Grundtypen entſpricht. Mit wachſender Einſicht vermehrt ſich das Gefühl von der Unermeßlichkeit des Naturlebens; man erkennt, daß auf der Feſte, in der Lufthülle, welche die Feſte umgiebt, in den Tiefen des Oceans, wie in den Tiefen des Himmels, dem kühnen wiſſenſchaftlichen Eroberer [12], auch nach Jahrtauſenden, nicht „der Weltraum fehlen wird".

Allgemeine Anſichten des Geſchaffenen (ſei es der Materie, zu fernen Himmelskörpern geballt; ſei es der uns nahen telluriſchen Erſcheinungen) ſind nicht allein anziehender und erhebender als die ſpeciellen Studien, welche abgeſonderte Theile des Naturwiſſens umfaſſen; ſie empfehlen ſich auch vorzugsweiſe denen, die wenig Muße auf Beſchäftigungen dieſer Art verwenden können. Die naturbeſchreibenden Diſciplinen ſind meiſt nur für gewiſſe Lagen geeignet; ſie gewähren nicht dieſelbe Freude zu jeder Jahreszeit, in jedem Lande, das wir bewohnen.

der unmittelbaren Anſchauung der Naturkörper, die ſie erheiſchen, müſſen wir in unſerer nördlichen Zone oft lange entbehren; und iſt unſer Intereſſe auf eine beſtimmte Claſſe von Gegenſtänden beſchränkt, ſo gewähren uns ſelbſt die trefflichſten Berichte reiſender Naturforſcher keinen Genuß, wenn darin gerade ſolche Gegenſtände unberührt bleiben, auf welche unſere Studien gerichtet ſind.

Wie die Weltgeſchichte, wo es ihr gelingt den wahren urſachlichen Zuſammenhang der Begebenheiten darzuſtellen, viele Räthſel in den Schickſalen der Völker und ihrem intellectuellen, bald gehemmten, bald beſchleunigten Fortſchreiten löſt; ſo würde auch eine phyſiſche Weltbeſchreibung, geiſtreich und mit gründlicher Kenntniß des bereits Entdeckten aufgefaßt, einen Theil der Widerſprüche heben, welche die ſtreitenden Naturkräfte in ihrer zuſammengeſetzten Wirkung dem erſten Anſchauen darbieten. Generelle Anſichten erhöhen den Begriff von der Würde und der Größe der Natur; ſie wirken läuternd und beruhigend auf den Geiſt, weil ſie gleichſam den Zwieſpalt der Elemente durch Auffindung von Geſetzen zu ſchlichten ſtreben: von Geſetzen, die in dem zarten Gewebe irdiſcher Stoffe, wie in dem Archipel dichtgedrängter Nebelflecke und in der ſchauderhaften Leere weltenarmer Wüſten walten. Generelle Anſichten gewöhnen uns jeden Organismus als Theil des Ganzen zu betrachten: in der Pflanze und im Thier minder das Individuum oder die abgeſchloſſene Art als die mit der Geſammtheit der Bildungen verkettete Naturform zu erkennen; ſie erweitern unſere geiſtige Exiſtenz und ſetzen uns, auch wenn wir in ländlicher Abgeſchiedenheit leben, in Berührung mit dem ganzen Erdkreiſe. Durch ſie erhält die Kunde

von dem, was durch Seefahrten nach dem fernen Pole oder auf den neuerlichſt faſt unter allen Breiten errichteten Stationen über das gleichzeitige Eintreten magnetiſcher Ungewitter erforſcht wird, einen unwiderſtehlichen Reiz; ja wir erlangen ein Mittel ſchnell den Zuſammenhang zu errathen, in dem die Reſultate neuer Beobachtungen mit den früher erkannten Erſcheinungen ſtehen.

Wer kann, um eines Gegenſtandes im Weltraume zu erwähnen, der in den letztverfloſſenen Jahren die allgemeinſte Aufmerkſamkeit auf ſich zog, ohne generelle Kenntniß von dem gewöhnlichen Cometenlaufe einſehen, wie folgenreich Encke's Entdeckung ſei, nach der ein Comet, welcher in ſeiner elliptiſchen Bahn nie aus unſerem Planetenſyſteme heraustritt, die Exiſtenz eines ſeine Wurfkraft hemmenden Fluidums offenbart? Bei einer ſich ſchnell verbreitenden Halbcultur, welche wiſſenſchaftliche Reſultate in das Gebiet der geſelligen Unterhaltung, aber entſtellt, hinüberzieht, nimmt die alte Beſorgniß über ein gefahrdrohendes Zuſammentreffen von Weltkörpern oder über kosmiſche Urſachen in der vermeinten Verſchlechterung der Klimate eine veränderte und darum noch trügeriſchere Geſtalt an. Klare Anſicht der Natur, wenn auch nur eine hiſtoriſche, bewahrt vor den Anmaßungen einer dogmatiſirenden Phantaſie. Sie lehrt, daß der Enckiſche Comet, der ſchon in 1200 Tagen ſeinen Lauf vollendet, wegen der Geſtalt und der Lage ſeiner Bahn, harmlos für die Erdbewohner, harmlos wie der große ſechs- und ſiebenzigjährige Halley'ſche Comet von 1759 und 1835 iſt; daß ein anderer Comet von kurzer (ſechsjähriger) Umlaufszeit, der Biela'ſche, allerdings die Erdbahn ſchneidet, doch nur dann

uns nahe kommen kann, wenn ſeine Sonnennähe in die Zeit des Winter-Solſtitiums fällt.

Die Quantität Wärme, welche ein Weltkörper empfängt und deren Vertheilung die großen meteorologiſchen Proceſſe des Luftkreiſes beſtimmt, wird zugleich durch die lichtentbindende Kraft der Sonne (die Beſchaffenheit ihrer Oberfläche) und die relative Lage der Sonne und des Planeten modificirt; aber die periodiſchen Veränderungen, welche, nach den allgemeinen Geſetzen der Gravitation, die Geſtalt der Erdbahn und die Schiefe der Ekliptik (die Neigung der Erdachſe gegen die Ebene der Erdbahn) erleiden, ſind ſo langſam und in ſo enge Grenzen eingeſchloſſen, daß die Wirkungen kaum nach mehreren tauſend Jahren unſeren jetzigen wärmemeſſenden Inſtrumenten erkennbar ſein würden. Kosmiſche Urſachen der Temperatur-Abnahme, der Waſſerverminderung und der Epidemien, deren in neueren Zeiten, wie einſt im Mittelalter, Erwähnung geſchieht, liegen daher ganz außerhalb des Bereichs unſerer wirklichen Erfahrung.

Soll ich andere Beiſpiele der phyſiſchen Aſtronomie entlehnen, welche ohne generelle Kenntniß des bisher Beobachteten kein Intereſſe erregen können, ſo erwähne ich der elliptiſchen Bewegung mehrerer Tauſende von ungleichfarbigen Doppelſternen um einander oder vielmehr um ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunkt; der periodiſchen Seltenheit der Sonnenflecken; des ſeit ſo vielen Jahren regelmäßigen Erſcheinens zahlloſer Sternſchnuppen: die wahrſcheinlich planetenartig kreiſen und in ihren Bahnen am 12ten oder 13ten November, ja, wie man ſpäter erkannt hat, auch gegen das Feſt des heiligen Laurentius, am 10ten oder 11ten Auguſt, unſere Erdbahn ſchneiden.

Auf ähnliche Weiſe werden nur generelle Anſichten des Kosmos den Zuſammenhang ahnden laſſen zwiſchen der durch Beſſel's Scharfblick vollendeten Theorie der Pendelſchwingung im luftvollen Raume und der inneren Dichtigkeit, ich könnte ſagen der Erſtarrungsſtufe, unſeres Planeten; zwiſchen der Erzeugung körniger Gebirgsarten in bandartigen Lavaſtrömen, am Abhange noch jetzt thätiger Vulkane, und den endogenen granit-, porphyr- und ſerpentinſtein-artigen Maſſen, welche, aus dem Innern der Erde hervorgeſchoben, einſt die Flözgebirge durchbrochen und mannigfaltig (erhärtend, verkieſelnd, dolomitiſirend, kryſtall-erzeugend) auf ſie eingewirkt haben; zwiſchen der Hebung von Inſeln und Kegelbergen durch elaſtiſche Kräfte und der Hebung ganzer Bergketten und Continente: ein Zuſammenhang, der von dem größten Geognoſten unſerer Zeit, Leopold von Buch, erkannt und durch eine Reihe geiſtreicher Beobachtungen dargethan worden iſt. Solches Emportreiben von körnigen Gebirgsmaſſen und Flözſchichten (wie noch neuerlichſt, am Meeresufer von Chili, bei einem Erdbeben, in weiter Erſtreckung) läßt die Möglichkeit einſehen, daß Petrefacte von Seemuſcheln, welche ich mit Bonpland in 14000 Fuß Höhe, auf dem Rücken der Andeskette, geſammelt, nicht durch eine allgemeine Waſſerbedeckung, ſondern durch vulkaniſche Hebungskräfte in dieſe Lage gekommen ſind.

Vulcanismus nenne ich aber im allgemeinſten Sinne des Worts, ſei es auf der Erde oder auf ihrem Trabanten, dem Monde, die Reaction, welche das Innere eines Planeten auf ſeine Rinde ausübt. Wer die Verſuche über die mit der Tiefe zunehmende Wärme nicht kennt (Verſuche,

nach welchen berühmte Phyſiker vermuthen[13], daß 5 geographiſche Meilen unter der Oberfläche eine granitſchmelzende Glühhitze herrſche): dem müſſen viele neuere Beobachtungen über die Gleichzeitigkeit vulkaniſcher Ausbrüche, die eine große Länderſtrecke trennt, über die Grenzen der Erſchütterungskreiſe bei Erdbeben, über die Beſtändigkeit der Temperatur heißer Mineralquellen, wie über die Temperatur-Verſchiedenheit arteſiſcher Brunnen von ungleicher Tiefe, unverſtändlich bleiben. Und doch wirft dieſe Kenntniß der inneren Erdwärme ein dämmerndes Licht auf die Urgeſchichte unſeres Planeten. Sie zeigt die Möglichkeit einſtmaliger allverbreiteter tropiſcher Klimate, als Folge offener, Wärme ausſtrömender Klüfte in der neu erhärteten oxydirten Erdrinde. Sie erinnert an einen Zuſtand, in dem die Wärme des Luftkreiſes mehr von dieſen Ausſtrömungen, von der Reaction des Innern gegen das Aeußere, als von der Stellung des Planeten gegen einen Centralkörper (die Sonne) bedingt ward.

Mannigfaltige Producte der Tropenwelt, in ihren Grabſtätten verborgen, offenbart die kalte Zone dem forſchenden Geognoſten: Coniferen, aufgerichtete Stämme von Palmenholz, baumartige Farnkräuter, Goniatiten und Fiſche mit rhomboidalen Schmelzſchuppen in dem alten Kohlen-Gebirge[14]; coloſſale Gerippe von Crocodilen, langhalſigen Pleſioſauren, Schalen von Planuliten und Cycadeen-Stämme im Jura-Kalkſtein; Polythalamien und Bryozoen in der Kreide, zum Theil identiſch mit noch lebenden Seethieren; Agglomerate foſſiler Infuſionsthiere, wie ſie Ehrenberg's allbelebendes Microſcop entdeckt, in mächtigen Schichten von Polirſchiefer, Halb-Opal und Kieſelguhr;

Knochen von Hyänen, Löwen und elephantenartigen Pachydermen in Höhlen zerſtreut oder von dem neueſten Schuttlande bedeckt. Bei vollſtändiger Kenntniß anderer Naturerſcheinungen bleiben dieſe Producte nicht ein Gegenſtand der Neugierde und des Erſtaunens: ſie werden, was unſerer Intelligenz würdiger iſt, eine Quelle vielſeitigen Nachdenkens.

In der Mannigfaltigkeit der Gegenſtände, die ich hier gefliſſentlich zuſammengedrängt habe, bietet ſich von ſelbſt die Frage dar: ob generelle Anſichten der Natur zu einer gewiſſen Deutlichkeit gebracht werden können ohne ein tiefes und ernſtes Studium einzelner Diſciplinen, ſei es der beſchreibenden Naturkunde oder der Phyſik oder der mathematiſchen Aſtronomie? Man unterſcheide ſorgfältig zwiſchen dem Lehrenden, welcher die Auswahl und die Darſtellung der Reſultate übernimmt; und dem, der das Dargeſtellte, als ein Gegebenes, nicht ſelbſt Geſuchtes, empfängt. Für jenen iſt die genaueſte Kenntniß des Speciellen unbedingt nothwendig; er ſollte lange das Gebiet der einzelnen Wiſſenſchaften durchwandert ſein, ſelbſt gemeſſen, beobachtet und experimentirt haben, um ſich mit Zuverſicht an das Bild eines Naturganzen zu wagen. Der Umfang von Problemen, deren Unterſuchung der phyſiſchen Weltbeſchreibung ein ſo hohes Intereſſe gewährt, iſt vielleicht nicht ganz zu vollſtändiger Klarheit zu bringen da, wo ſpecielle Vorkenntniſſe fehlen; aber auch ohne Vorausſetzung dieſer können die meiſten Fragen befriedigend erörtert werden. Sollte ſich nicht in allen einzelnen Theilen das große Naturgemälde mit ſcharfen Umriſſen darſtellen laſſen, ſo wird es doch wahr und anziehend genug ſein,

um den Geiſt mit Ideen zu bereichern und die Einbildungskraft lebendig und fruchtbar anzuregen.

Man hat vielleicht mit einigem Rechte wiſſenſchaftlichen Werken unſerer Litteratur vorgeworfen, das Allgemeine nicht genugſam von dem Einzelnen, die Ueberſicht des bereits Ergründeten nicht von der Herzählung der Mittel zu trennen, durch welche die Reſultate erlangt worden ſind. Dieſer Vorwurf hat ſogar den größten Dichter [15] unſerer Zeit zu dem humoriſtiſchen Ausruf verleitet: „die Deutſchen beſitzen die Gabe die Wiſſenſchaften unzugänglich zu machen". Bleibt das Gerüſte ſtehen, ſo wird uns durch daſſelbe der Anblick des Gebäudes entzogen. Wer kann zweifeln, daß das phyſiſche Geſetz in der Vertheilung der Continental-Maſſen, welche gegen Süden hin eine pyramidale Form annehmen, indem ſie ſich gegen Norden in der Breite ausdehnen (ein Geſetz, welches die Vertheilung der Klimate, die vorherrſchende Richtung der Luftſtröme, das weite Vordringen tropiſcher Pflanzenformen in die gemäßigte ſüdliche Zone ſo weſentlich bedingt), auf das klarſte erkannt werden kann, ohne die geodätiſchen Meſſungen und die aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen der Küſten zu erläutern, durch welche jene Pyramidal-Formen in ihren Dimenſionen beſtimmt worden ſind? Eben ſo lehrt uns die phyſiſche Weltbeſchreibung, um wie viel Meilen die Aequatorial-Achſe unſeres Planeten größer als die Polar-Achſe iſt; daß die ſüdliche Hemiſphäre keine größere Abplattung als die nördliche hat: ohne daß es nöthig iſt ſpeciell zu erzählen, wie durch Gradmeſſungen und Pendel-Verſuche die wahre Geſtalt der Erde, als eines nicht regelmäßigen, elliptiſchen Revolutions-Sphäroids, gefunden iſt;

und wie dieſe Geſtalt in der Bewegung des Mondes, eines Erd-Satelliten, ſich abſpiegelt.

Unſere Nachbaren jenſeits des Rheins beſitzen ein unſterbliches Werk, Laplace's Entwickelung des Weltſyſtems, in welchem die Reſultate der tiefſinnigſten mathematiſch-aſtronomiſchen Unterſuchungen verfloſſener Jahrhunderte, abgeſondert von den Einzelheiten der Beweiſe, vorgetragen werden. Der Bau des Himmels erſcheint darin als die einfache Löſung eines großen Problems der Mechanik. Und wohl noch nie iſt die **Exposition du Système du Monde**, ihrer Form wegen, der Ungründlichkeit beſchuldigt worden. Die Trennung ungleichartiger Anſichten, des Allgemeinen von dem Beſondern, iſt nicht bloß zur Klarheit der Erkenntniß nützlich: ſie giebt auch der Behandlung der Naturwiſſenſchaft einen erhabenen und ernſten Charakter. Wie von einem höheren Standpunkte, überſieht man auf einmal größere Maſſen. Wir ergötzen uns, geiſtig zu faſſen, was den ſinnlichen Kräften zu entgehen droht. Wenn die glückliche Ausbildung aller Zweige des Naturwiſſens, der ſich die letzten Decennien des verfloſſenen Jahrhunderts erfreuten, beſonders dazu geeignet iſt das Studium ſpecieller Theile (der chemiſchen, phyſikaliſchen und naturbeſchreibenden Diſciplinen) zu erweitern, ſo wird durch jene Ausbildung in noch höherem Grade der Vortrag allgemeiner Reſultate abgekürzt und erleichtert.

Je tiefer man eindringt in das Weſen der Naturkräfte, deſto mehr erkennt man den Zuſammenhang von Phänomenen, die lange, vereinzelt und oberflächlich betrachtet, jeglicher Anreihung zu widerſtreben ſchienen; deſto mehr werden Einfachheit und Gedrängtheit der Darſtellung möglich.

Es iſt ein ſicheres Criterium der Menge und des Werthes der Entdeckungen, die in einer Wiſſenſchaft zu erwarten ſind, wenn die Thatſachen noch unverkettet, faſt ohne Beziehung auf einander daſtehen; ja wenn mehrere derſelben, und zwar mit gleicher Sorgfalt beobachtete, ſich zu widerſprechen ſcheinen. Dieſe Art der Erwartungen erregt der Zuſtand der Meteorologie, der neueren Optik und beſonders, ſeit Melloni's und Faraday's herrlichen Arbeiten, der Lehre von der Wärmeſtrahlung und vom Electro-Magnetismus. Der Kreis glänzender Entdeckungen iſt hier noch nicht durchlaufen, ob ſich gleich in der Voltaiſchen Säule ſchon ein bewundernswürdiger Zuſammenhang der electriſchen, magnetiſchen und chemiſchen Erſcheinungen offenbart hat. Wer verbürgt uns, daß auch nur die Zahl der lebendigen, im Weltall wirkenden Kräfte bereits ergründet ſei?

In meinen Betrachtungen über die wiſſenſchaftliche Behandlung einer allgemeinen Weltbeſchreibung iſt nicht die Rede von Einheit durch Ableitung aus wenigen, von der Vernunft gegebenen Grundprincipien. Was ich phyſiſche Weltbeſchreibung nenne (die vergleichende Erd- und Himmelskunde), macht daher keine Anſprüche auf den Rang einer rationellen Wiſſenſchaft der Natur; es iſt die denkende Betrachtung der durch Empirie gegebenen Erſcheinungen, als eines Naturganzen. In dieſer Beſchränktheit allein konnte dieſelbe, bei der ganz objectiven Richtung meiner Sinnesart, in den Bereich der Beſtrebungen treten, welche meine lange wiſſenſchaftliche Laufbahn ausſchließlich erfüllt haben. Ich wage mich nicht auf ein Feld, das mir fremd iſt und vielleicht von Anderen erfolgreicher bebaut wird. Die Einheit, welche der Vortrag einer

phyſiſchen Weltbeſchreibung, wie ich mir dieſelbe begrenze, erreichen kann, iſt nur die, welcher ſich geſchichtliche Darſtellungen zu erfreuen haben. Einzelheiten der Wirklichkeit: ſei es in der Geſtaltung oder Aneinanderreihung der Naturgebilde, ſei es in dem Kampfe des Menſchen gegen die Naturmächte, oder der Völker gegen die Völker; alles, was dem Felde der Veränderlichkeit und realer Zufälligkeit angehört: können nicht aus Begriffen abgeleitet (conſtruirt) werden. Weltbeſchreibung und Weltgeſchichte ſtehen daher auf derſelben Stufe der Empirie; aber eine denkende Behandlung beider, eine ſinnvolle Anordnung von Naturerſcheinungen und von hiſtoriſchen Begebenheiten durchdringen tief mit dem Glauben an eine alte innere Nothwendigkeit, die alles Treiben geiſtiger und materieller Kräfte, in ſich ewig erneuernden, nur periodiſch erweiterten oder verengten Kreiſen, beherrſcht. Sie führen (und dieſe Nothwendigkeit iſt das Weſen der Natur, ſie iſt die Natur ſelbſt in beiden Sphären ihres Seins, der materiellen und der geiſtigen) zur Klarheit und Einfachheit der Anſichten, zu Auffindung von Geſetzen, die in der Erfahrungs-Wiſſenſchaft als das letzte Ziel menſchlicher Forſchung erſcheinen.

Das Studium jeglicher neuen Wiſſenſchaft, beſonders einer ſolchen, welche die ungemeſſenen Schöpfungskreiſe, den ganzen Weltraum umfaßt, gleicht einer Reiſe in ferne Länder. Ehe man ſie in Gemeinſchaft unternimmt, fragt man, ob ſie ausführbar ſei; man mißt ſeine eigenen Kräfte, man blickt mißtrauiſch auf die Kräfte der Mitreiſenden: in der vielleicht ungerechten Beſorgniß, ſie möchten läſtige Zögerung erregen. Die Zeit, in der wir leben, vermindert die Schwierigkeit des Unternehmens. Meine Zuverſicht

gründet ſich auf den glänzenden Zuſtand der Naturwiſſen-ſchaften ſelbſt: deren Reichthum nicht mehr die Fülle, ſondern die Verkettung des Beobachteten iſt. Die allgemeinen Re-ſultate, die jedem gebildeten Verſtande Intereſſe einflößen, haben ſich ſeit dem Ende des 18ten Jahrhunderts wundervoll vermehrt. Die Thatſachen ſtehen minder vereinzelt da; die Klüfte zwiſchen den Weſen werden ausgefüllt. Was in einem engeren Geſichtskreiſe, in unſerer Nähe, dem forſchenden Geiſte lange unerklärlich blieb, wird oft durch Beobachtungen aufgehellt, die auf einer Wanderung in die entlegenſten Regionen angeſtellt worden ſind. Pflanzen- und Thier-Gebilde, die lange iſolirt erſchienen, reihen ſich durch neu entdeckte Mittelglieder oder durch Uebergangsformen an einander. Eine allgemeine Verkettung: nicht in einfacher linearer Richtung, ſondern in netzartig ver-ſchlungenem Gewebe, nach höherer Ausbildung oder Verküm-merung gewiſſer Organe, nach vielſeitigem Schwanken in der relativen Uebermacht der Theile; ſtellt ſich allmälig dem for-ſchenden Naturſinn dar. Schichtungs-Verhältniſſe von trachyt-artigem Syenit-Porphyr, von Grünſtein und Serpentin, welche im gold- und ſilberreichen Ungarn, oder im Platin-Lande des Urals, oder tiefer in Aſien, im ſüdweſtlichen Altai, zweifelhaft blieben; werden durch geognoſtiſche Beobachtungen in den Hoch-ebenen von Mexico und Antioquia, in den Flußthälern des Choco unerwartet aufgeklärt. Die Materialien, welche die allgemeine Erdkunde anwendet, ſind nicht zufällig aufgehäuft. Unſer Zeit-alter erkennt, nach der Tendenz, die ihm ſeinen individuellen Cha-rakter giebt, daß Thatſachen nur dann fruchtbringend werden, wenn der Reiſende den dermaligen Zuſtand und die Bedürfniſſe

der Wiſſenſchaft kennt, deren Gebiet er erweitern will; wenn Ideen, d. h. Einſicht in den Geiſt der Natur, das Beobachten und Sammeln vernunftmäßig leiten.

Durch dieſe Richtung des Naturſtudiums, durch dieſen glücklichen, aber oft auch allzu leicht befriedigten Hang zu allgemeinen Reſultaten kann ein beträchtlicher Theil des Naturwiſſens das Gemeingut der gebildeten Menſchheit werden; ein gründliches Wiſſen erzeugen: nach Inhalt und Form, nach Ernſt und Würde des Vortrags ganz von dem verſchieden, das man bis zum Ende des letzten Jahrhunderts dem populären Wiſſen genügſam zu beſtimmen pflegte. Wem daher ſeine Lage es erlaubt ſich bisweilen aus den engen Schranken des bürgerlichen Lebens heraus zu retten, erröthend, „daß er lange fremd geblieben der Natur und ſtumpf über ſie hingehe“; der wird in der Abſpiegelung des großen und freien Naturlebens einen der edelſten Genüſſe finden, welche erhöhte Vernunftthätigkeit dem Menſchen gewähren kann. Das Studium der allgemeinen Naturkunde weckt gleichſam Organe in uns, die lange geſchlummert haben. Wir treten in einen innigeren Verkehr mit der Außenwelt; bleiben nicht untheilnehmend an dem, was gleichzeitig das induſtrielle Fortſchreiten und die intellectuelle Veredlung der Menſchheit bezeichnet.

Je klarer die Einſicht iſt, welche wir in den Zuſammenhang der Phänomene erlangen, deſto leichter machen wir uns auch von dem Irrthume frei, als wären für die Cultur und den Wohlſtand der Völker nicht alle Zweige des Naturwiſſens gleich wichtig: ſei es der meſſende und beſchreibende Theil, oder die Unterſuchung chemiſcher Beſtandtheile, oder die Ergründung allgemein verbreiteter phyſiſcher Kräfte

der Materie. In der Beobachtung einer anfangs iſolirt ſtehenden Erſcheinung liegt oft der Keim einer großen Entdeckung. Als Galvani die ſenſible Nervenfaſer durch Berührung ungleichartiger Metalle reizte, konnten ſeine nächſten Zeitgenoſſen nicht hoffen, daß die Contact-Electricität der Voltaiſchen Säule uns in den Alkalien ſilberglänzende, auf dem Waſſer ſchwimmende, leicht entzündliche Metalle offenbaren; daß die Säule ſelbſt das wichtigſte Inſtrument für die zerlegende Chemie, ein Thermoſcop und ein Magnet werden würde. Als Huyghens die Lichterſcheinungen des Doppelſpaths zu enträthſeln anfing, ahndete man nicht, daß durch den bewunderungswürdigen Scharfſinn eines Phyſikers unſerer Zeit [16] farbige Polariſations-Phänomene dahin leiten würden, mittelſt des kleinſten Fragments eines Minerals zu erkennen, ob das Licht der Sonne aus einer feſten Maſſe oder aus einer gasförmigen Umhüllung ausſtröme, ob Cometen ſelbſtleuchtend ſind oder fremdes Licht wiedergeben.

Gleichmäßige Würdigung aller Theile des Naturſtudiums iſt aber vorzüglich ein Bedürfniß der gegenwärtigen Zeit, wo der materielle Reichthum und der wachſende Wohlſtand der Nationen in einer ſorgfältigeren Benutzung von Naturproducten und Naturkräften gegründet ſind. Der oberflächlichſte Blick auf den Zuſtand des heutigen Europa's lehrt, daß bei ungleichem Weltkampfe oder dauernder Zögerung nothwendig partielle Verminderung und endlich Vernichtung des National-Reichthums eintreten müſſe; denn in dem Lebensgeſchick der Staaten iſt es wie in der Natur: für die, nach dem ſinnvollen Ausſpruche Göthe's [17], „es im Bewegen und Werden kein Bleiben giebt und die ihren

Fluch gehängt hat an das Stilleſtehen.“ Nur ernſte Belebung chemiſcher, mathematiſcher und naturhiſtoriſcher Studien wird einem von dieſer Seite einbrechenden Uebel entgegentreten. Der Menſch kann auf die Natur nicht einwirken, ſich keine ihrer Kräfte aneignen, wenn er nicht die Naturgeſetze, nach Maaß= und Zahl=Verhältniſſen, kennt. Auch hier liegt die Macht in der volksthümlichen Intelligenz. Sie ſteigt und ſinkt mit dieſer. Wiſſen und Erkennen ſind die Freude und die Berechtigung der Menſchheit; ſie ſind Theile des National=Reichthums, oft ein Erſatz für die Güter, welche die Natur in allzu kärglichem Maaße ausgetheilt hat. Diejenigen Völker, welche an der allgemeinen induſtriellen Thätigkeit, in Anwendung der Mechanik und techniſchen Chemie, in ſorgfältiger Auswahl und Bearbeitung natürlicher Stoffe zurückſtehen; bei denen die Achtung einer ſolchen Thätigkeit nicht alle Claſſen durchdringt: werden unausbleiblich von ihrem Wohlſtande herabſinken. Sie werden es um ſo mehr, wenn benachbarte Staaten, in denen Wiſſenſchaft und induſtrielle Künſte in regem Wechſelverkehr mit einander ſtehen, wie in erneuerter Jugendkraft vorwärts ſchreiten.

Die Vorliebe für Belebung des Gewerbfleißes und für die Theile des Naturwiſſens, welche unmittelbar darauf einwirken (ein charakteriſtiſches Merkmal unſeres Zeitalters), kann weder den Forſchungen im Gebiete der Philoſophie, der Alterthumskunde und der Geſchichte nachtheilig werden, noch den allbelebenden Hauch der Phantaſie den edlen Werken bildender Künſte entziehen. Wo, unter dem Schutze weiſer Geſetze und freier Inſtitutionen, alle Blüthen der Cultur ſich kräftig entfalten, da wird im friedlichen Wettkampfe kein

Beſtreben des Geiſtes dem andern verderblich. Jedes bietet dem Staate eigene, verſchiedenartige Früchte dar: die nährenden, welche dem Menſchen Unterhalt und Wohlſtand gewähren; und die Früchte ſchaffender Einbildungskraft, welche, dauerhafter als dieſer Wohlſtand ſelbſt, die rühmliche Kunde der Völker auf die ſpäteſte Nachwelt tragen. Die Spartiaten beteten, trotz der Strenge doriſcher Sinnesart: „die Götter möchten ihnen das Schöne zu dem Guten verleihen“. [18]

Wie in jenen höheren Kreiſen der Ideen und Gefühle: in dem Studium der Geſchichte, der Philoſophie und der Wohlredenheit, ſo iſt auch in allen Theilen des Naturwiſſens der erſte und erhabenſte Zweck geiſtiger Thätigkeit ein innerer: nämlich das Auffinden von Naturgeſetzen, die Ergründung ordnungsmäßiger Gliederung in den Gebilden, die Einſicht in den nothwendigen Zuſammenhang aller Veränderungen im Weltall. Was von dieſem Wiſſen in das induſtrielle Leben der Völker überſtrömt und den Gewerbfleiß erhöht, entſpringt aus der glücklichen Verkettung menſchlicher Dinge, nach der das Wahre, Erhabene und Schöne mit dem Nützlichen, wie abſichtslos, in ewige Wechſelwirkung treten. Vervollkommnung des Landbaus durch freie Hände und in Grundſtücken von minderem Umfang, Aufblühen der Manufacturen, von einengendem Zunftzwange befreit, Vervielfältigung der Handelsverhältniſſe, und ungehindertes Fortſchreiten in der geiſtigen Cultur der Menſchheit wie in den bürgerlichen Einrichtungen ſtehen (das ernſte Bild der neuen Weltgeſchichte dringt dieſen Glauben auch dem Widerſtrebendſten auf) in gegenſeitigem, dauernd wirkſamen Verkehr mit einander.

Ein ſolcher Einfluß des Naturwiſſens auf die Wohl-

fahrt der Nationen und auf den heutigen Zuſtand von Europa bedurfte hier nur einer flüchtigen Andeutung. Die Laufbahn, welche wir zu vollenden haben, iſt ſo unermeßlich, daß es mir nicht geziemen würde, von dem Hauptziele unſeres Beſtrebens, der Anſicht des Naturganzen, abſchweifend, das Feld gefliſſentlich zu erweitern. An ferne Wanderungen gewöhnt, habe ich ohnedies vielleicht den Mitreiſenden den Weg gebahnter und anmuthiger geſchildert, als man ihn finden wird. Das iſt die Sitte derer, die gern Andere auf den Gipfel der Berge führen. Sie rühmen die Ausſicht, wenn auch ganze Theile der Gegend in Nebel verhüllt bleiben. Sie wiſſen, daß auch in dieſer Verhüllung ein geheimnißvoller Zauber liegt, daß eine duftige Ferne den Eindruck des Sinnlich-Unendlichen hervorruft: ein Bild, das (wie ich ſchon oben erinnert habe) im Geiſt und in den Gefühlen ſich ernſt und ahnungsvoll ſpiegelt. Auch von dem hohen Standpunkte aus, auf den wir uns zu einer allgemeinen, durch wiſſenſchaftliche Erfahrungen begründeten Weltanſchauung erheben, kann nicht allen Anforderungen genügt werden. In dem Naturwiſſen, deſſen gegenwärtigen Zuſtand ich hier entwickeln ſoll, liegt noch manches unbegrenzt; vieles (wie ſollte ich es, bei dem Umfange einer ſolchen Arbeit, nicht gern eingeſtehen!) wird nur darum unklar und unvollſtändig erſcheinen, weil Befangenheit dem Redenden dann doppelt nachtheilig wird, wenn er ſich des Gegenſtandes in ſeiner Einzelheit minder mächtig fühlt.

Der Zweck dieſes einleitenden Vortrages war nicht ſowohl, die Wichtigkeit des Naturwiſſens zu ſchildern: welche allgemein anerkannt iſt und längſt ſchon jedes Lobes

entbehren kann; es lag mir vielmehr ob zu entwickeln, wie, ohne dem gründlichen Studium ſpecieller Diſciplinen zu ſchaden, den naturwiſſenſchaftlichen Beſtrebungen ein höherer Standpunkt angewieſen werden kann, von dem aus alle Gebilde und Kräfte ſich als ein, durch innere Regung belebtes Naturganzes offenbaren. Nicht ein todtes Aggregat iſt die Natur: ſie iſt „dem begeiſterten Forſcher (wie Schelling in der trefflichen Rede über die bildenden Künſte ſich ausdrückt) die heilige, ewig ſchaffende Urkraft der Welt, die alle Dinge aus ſich ſelbſt erzeugt und werkthätig hervorbringt". Der bisher ſo unbeſtimmt aufgefaßte Begriff einer phyſiſchen Erdbeſchreibung geht durch erweiterte Betrachtung und das Umfaſſen alles Geſchaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer phyſiſchen Weltbeſchreibung über. Eine dieſer Benennungen iſt nach der anderen gebildet. Es iſt aber die Weltbeſchreibung oder Lehre vom Kosmos, wie ich ſie auffaſſe, nicht etwa ein encyclopädiſcher Inbegriff der allgemeinſten und wichtigſten Reſultate, die man einzelnen naturhiſtoriſchen, phyſikaliſchen und aſtronomiſchen Schriften entlehnt. Solche Reſultate werden in der Weltbeſchreibung nur als Materialien und in ſo fern theilweiſe benutzt, als ſie das Zuſammenwirken der Kräfte im Weltall, das gegenſeitige ſich Hervorrufen und Beſchränken der Naturgebilde erläutern. Die räumliche und klimatiſche Verbreitung organiſcher Typen (Geographie der Pflanzen und Thiere) iſt ſo verſchieden von der beſchreibenden Botanik und Zoologie, als die geognoſtiſche Kenntniß des Erdkörpers verſchieden iſt von der Oryctognoſie. Eine phyſiſche Weltbeſchreibung darf daher nicht mit der ſogenannten Encyclopädie

der Naturwiſſenſchaften (ein weitſchichtiger Name für eine ſchlecht umgrenzte Diſciplin) verwechſelt werden. In der Lehre vom Kosmos wird das Einzelne nur in ſeinem Verhältniß zum Ganzen, als Theil der Welterſcheinungen betrachtet; und je erhabener der hier bezeichnete Standpunkt iſt, deſto mehr wird dieſe Lehre einer eigenthümlichen Behandlung und eines belebenden Vortrags fähig.

Gedanken und Sprache ſtehen aber in innigem alten Wechſelverkehr mit einander. Wenn dieſe der Darſtellung Anmuth und Klarheit verleiht, wenn durch ihre angeſtammte Bildſamkeit und ihren organiſchen Bau ſie das Unternehmen begünſtigt, die Totalität der Natur-Anſchauung ſcharf zu begrenzen; ſo ergießt ſie zugleich, und faſt unbemerkt, ihren belebenden Hauch auf die Gedankenfülle ſelbſt. Darum iſt das Wort mehr als Zeichen und Form, und ſein geheimnißvoller Einfluß offenbart ſich am mächtigſten da, wo er dem freien Volksſinn und dem eigenen Boden entſprießt. Stolz auf das Vaterland, deſſen intellectuelle Einheit die feſte Stütze jeder Kraftäußerung iſt, wenden wir froh den Blick auf dieſe Vorzüge der Heimath. Hochbeglückt dürfen wir den nennen, der bei der lebendigen Darſtellung der Phänomene des Weltalls aus den Tiefen einer Sprache ſchöpfen kann, welche ſeit Jahrhunderten ſo mächtig auf alles eingewirkt hat, was durch Erhöhung und ungebundene Anwendung geiſtiger Kräfte, in dem Gebiete ſchöpferiſcher Phantaſie, wie in dem der ergründenden Vernunft, die Schickſale der Menſchheit bewegt.

Anmerkungen.

[1] (S. 8.) Dieſer Ausdruck iſt einer ſchönen Waldbeſchreibung in Bernardin's de St. Pierre Paul et Virginie entlehnt.

[2] (S. 10.) Dieſe Vergleichungen ſind nur Annäherungen. Die genaueren Elemente (Höhen über der Meeresfläche) folgen hier: Schnee- oder Rieſenkoppe in Schleſien 824 Toiſen nach Hallaſchka; Rigi 923 T., wenn man die Oberfläche des Vierwaldſtädter Sees (Eſchmann, Ergebniſſe der trigonometriſchen Vermeſſungen in der Schweiz 1840 S. 230) zu 223 T. annimmt; Athos nach Cap. Gauttier 1060 T., Pilatus 1180 T., Aetna 1700,4 T. oder 10874 engl. Fuß nach Cap. Smyth; (zufolge einer Barometer-Meſſung von Sir John F. W. Herſchel, die er mir 1825 ſchriftlich mitgetheilt, 10876 engl. Fuß oder 1700,7 T.; nach Höhenwinkeln, die Cacciatore in Palermo gemeſſen, und die terreſtriſche Strahlenbrechung zu 0,076 angenommen, 10898 engl. Fuß oder 1704 T.); Schreckhorn 2093 T., Jungfrau 2145 T. nach Tralles; Montblanc nach den von Roger diſcutirten Reſultaten 2467 T. (Bibl. Univ. Mai 1828 p. 24—53); nach Carlini, vom Berg Colombier aus 1821 beſtimmt, 2460 T.; durch öſtreichiſche Ingenieure vom Trelod und Glacier d'Ambin aus 2463 T. (die wirkliche Höhe der ſchweizer Schneeberge ſchwankt, wegen der veränderlichen Dicke der Schneedecke, nach Herrn Eſchmann um 3½ T.); Chimborazo nach meiner trigonometriſchen Meſſung 3350 T. (Humboldt, Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. LXXIII); Dhawalagiri 4390 T. Alle dieſe Berghöhen ſind in Toiſen, zu 6 Pariſer Fuß, angegeben. Da zwiſchen den Beſtimmungen von Blake und Webb 70 T. Unterſchied ſind, ſo iſt hier zu bemerken, daß die Höhenbeſtimmung des Dhawalagiri (oder weißen Berges, nach den Sanskrit-Wörtern dhawala, weiß, und giri, Berg) nicht auf dieſelbe Genauigkeit Anſpruch machen kann als die Höhenbeſtimmung des Jawahir oder Dſchawahir (Jawahir: 4027 T. = 24160 Par. Fuß = 25749 engl. Fuß = 7848 Meter), die ſich auf eine vollſtändige trigonometriſche Meſſung gründet (ſ. Herbert und Hodgſon in den Asiat. Res. Vol. XIV. p. 189

und Suppl. to Encycl. Brit. Vol. IV. p. 643). Ich habe an einem anderen Orte (Ann. des Sciences Nat. mars 1825) gezeigt, wie die Meſſung des Dhawalagiri (4391 T. = 26345 Par. Fuß = 28077 engl. Fuß = 8558 Meter) von mehreren nicht ganz ſicher ergründeten Elementen (aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen und Azimuthen) zugleich abhängt (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 282). Noch unbegründeter iſt die Vermuthung, daß in der Tartaric Chain (im Norden von Tübet, gegen die Gebirgskette Kuen-lün hin) einige Schneegipfel die Höhe von 30000 engl. Fußen (4691 T., faſt die doppelte Höhe des Montblanc) oder wenigſtens 29000 engl. Fuß (4535 T.) erreichen ſollten (Capt. Alexander Gerard's and John Gerard's Journey to Boorendo Pass 1840 Vol. I. p. 143 und 311). Der Chimborazo iſt im Texte nur „einer der höchſten Gipfel der Andeskette" genannt, da im Jahr 1827 der kenntnißreiche und talentvolle Reiſende, Herr Pentland, auf ſeiner denkwürdigen Expedition nach dem Oberen Peru (Bolivia) zwei Berge öſtlich vom See von Titicaca, den Sorata (3948 T. = 23688 Par. Fuß = 7696 Meter) und Illimani (3753 T. = 22518 Par. Fuß = 7315 Meter), gemeſſen hat, welche die Höhe des Chimborazo (3350 T. = 20100 Par. Fuß = 6530 Meter) weit überſteigen und der Höhe des Dſchawahir (4027 T.), des größten aller im Himalaya bisher genau gemeſſenen Berge, ziemlich nahe kommen. Der Montblanc (2467 T. = 14802 Par. Fuß = 4808 Meter) iſt demnach 883 T. niedriger als der Chimborazo, der Chimborazo 598 T. niedriger als der Sorata, der Sorata 79 T. niedriger als der Dſchawahir, aber wahrſcheinlich 443 T. niedriger als der Dhawalagiri. In dieſer Note ſind die Berghöhen ſchon deshalb genauer, und theilweiſe in verſchiedenartigen Maaßen angegeben worden, weil, durch falſche Reductionen dieſer Maaße, ſich in vielen neueren Karten und Profilen ganz irrige numeriſche Reſultate verzeichnet finden. Nach einer neueren Meſſung (1838) des Illimani durch Pentland hat der Berg 7275 Meter (3732 T.): ein Unterſchied von kaum 21 T. im Vergleich der Meſſung von 1827.

3 (S. 11.) Der Mangel von Palmen und baumartigen Farn in den temperirten Vorgebirgen des Himalaya zeigt ſich in Don's Flora Nepalensis (1825), wie in dem lithographirten, ſo merkwürdigen Catalogus von Wallich's Flora Indica: einem Verzeichniß, welches die ungeheure Zahl von 7683, freilich noch nicht

hinlänglich unterſuchten und geſonderten, aber faſt allein phanerogamiſchen Himalaya-Species enthält. Von Nepaul (Br. 26° ½ — 27° ¼) kennen wir bisher nur eine Palmen-Art, Chamaerops Martiana Wall. (Plantae Asiat. T. III. p. 5 t. 211): auf einer Höhe von 5000 Fuß über dem Meere, in dem ſchattigen Thale Bunipa. Der prachtvolle baumartige Farn Alsophila Brunoniana Wall., von dem das britiſche Muſeum einen 45 Fuß langen Stamm ſeit 1831 beſitzt, iſt nicht aus Nepaul, ſondern aus den Bergen von Silhet: nordöſtlich von Calcutta, in Br. 24° 50′. Der Nepaulſche Farn Paranema cyathoïdes Don, einſt Sphaeropteris barbata Wall. (Pl. Asiat. T. I. p. 42 t. 48), iſt zwar der Cyathea, von der ich in den ſüdamerikaniſchen Miſſionen von Caripe eine 30 Fuß hohe Species geſehen habe, nahe verwandt, aber kein eigentlicher Baum.

[4] (S. 11.) Ribes nubicola, R. glaciale, R. grossularia. Den Charakter der Himalaya-Vegetation bezeichnen acht Pinus-Arten, trotz eines Ausſpruchs der Alten über „das öſtliche Aſien" (Strabo lib. XI p. 510 Caſ.), 25 Eichen, 4 Birken, 2 Aeskulus (der, hundert Fuß hohe, wilde Kaſtanienbaum von Kaſchmir wird bis 33° nördl. Breite von einem großen weißen Affen, mit ſchwarzem Geſichte, bewohnt; Carl von Hügel, Kaſchmir 1840 Bd. II. S. 249), 7 Ahorn, 12 Weiden, 14 Roſen, 3 Erdbeer-Arten, 7 Alpenroſen (Rhododendra), deren eine 20 Fuß hoch, und viele andere nordiſche Geſtalten. Unter den Coniferen iſt Pinus Deodwara oder Deodara (eigentlich im Sanskrit dêwa-dâru, Götter-Bauholz) dem Pinus cedrus nahe verwandt. Nahe am ewigen Schnee prangen mit großen Blüthen Gentiana venusta, G. Moorcroftiana, Swertia purpurascens, S. speciosa, Parnassia armata, P. nubicola, Paeonia Emodi, Tulipa stellata; ja ſelbſt neben den dem indiſchen Hochgebirge eigenthümlichen Arten europäiſcher Pflanzengattungen finden ſich auch ächt europäiſche Species: wie Leontodon taraxacum, Prunella vulgaris, Galium Aparine, Thlaspi arvense. Das Heidekraut, deſſen ſchon Saunders in Turner's Reiſe erwähnt und das man ſogar mit Calluna vulgaris verwechſelt hat, iſt eine Andromeda: ein Factum, das für die Geographie der aſiatiſchen Pflanzen von großer Wichtigkeit iſt. Wenn ich mich in dieſer Note des unphiloſophiſchen Ausdrucks: europäiſche Formen oder europäiſche Arten, wildwachſend

in Aſien, bediene; ſo geſchieht es als Folge des alten botaniſchen Sprachgebrauchs, welcher der Idee der räumlichen Verbreitung oder vielmehr der Coexiſtenz des Organiſchen die geſchichtliche Hypotheſe einer Einwanderung ſehr dogmatiſch unterſchiebt, ja aus Vorliebe für europäiſche Cultur die Wanderung von Weſten nach Oſten vorausſetzt.

5 (S. 11.) Schneegrenze an dem ſüdlichen Abfall der Himalaya-Kette 2030 T. (12180 Fuß) über der Meeresfläche; am nördlichen Abfall, oder vielmehr in den Gipfeln, die ſich auf dem tübetaniſchen (tartariſchen) Plateau erheben, 2600 T. (15600 Fuß) in 30° ½ bis 32° Breite: wenn unter dem Aequator in der Andeskette von Quito die Schneegrenze 2470 T. (14820 Fuß) hoch liegt. Dies iſt das Reſultat, welches ich aus der Zuſammenſtellung vieler Angaben von Webb, Gerard, Herbert und Moorcroft gezogen. S. meine beiden Mémoires sur les Montagnes de l'Inde von 1816 und 1820 in den Annales de Chimie et de Physique T. III. p. 303; T. XIV. p. 6, 22, 50. Die größere Höhe, zu der ſich am tübetaniſchen Abfall die ewige Schneegrenze zurückzieht, iſt eine gleichzeitige Folge der Wärmeſtrahlung der nahen Hochebene, der Heiterkeit des Himmels, der Seltenheit der Schneebildung in ſehr kalter und trockener Luft (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 281—326). Das Reſultat der Schneehöhe auf beiden Abfällen des Himalaya, welches ich als das wahrſcheinlichere angegeben, hatte für ſich Colebrooke's große Autorität. „Auch ich finde", ſchrieb er mir im Junius 1824, „die Höhe des ewigen Schnees nach den Materialien, die ich beſitze, an dem ſüdlichen Abfall unter dem Parallelkreis von 31° zu 13000 engl. Fußen (2033 T.). Webb's Meſſungen würden mir 13500 engl. Fuß (2111 T.), alſo 500 Fuß mehr als Capitän Hodgſon's Beobachtungen, geben. Gerard's Meſſungen beſtätigen vollkommen Ihre Angabe, daß die Schneelinie nördlich höher als ſüdlich liegt." Erſt in dieſem Jahre (1840) haben wir endlich durch Herrn Lloyd den Abdruck des geſammelten Tagebuches beider Brüder Gerard erhalten (Narrative of a Journey from Caunpoor to the Boorendo Pass in the Himalaya by Capt. Alexander Gerard and John Gerard, edited by George Lloyd. Vol. I. p. 291, 311, 320, 327 und 341). Vieles über einzelne Localitäten iſt zuſammengedrängt im Visit to the Shatool, for

the purpose of determining the line of perpetual snow on the southern face of the Himalaya, in Aug. 1822; aber leider verwechſeln die Reiſenden immer die Höhe, in der ſporadiſch Schnee fällt, mit dem Maximum der Höhe, zu welcher die Schneelinie über der tübetaniſchen Hochebene ſich erhebt. Cap. Gerard unterſcheidet die Gipfel in der Mitte der Hochebene, deren ewige Schneegrenze er zu 18000 bis 19000 engl. F. (2815 bis 2971 T.) beſtimmt, und die nördlichen Abfälle der Himalaya-Kette, welche den Durchbruch des Sutledge begrenzen und wo die Hochebene tief durchfurcht iſt und alſo wenig Wärme ſtrahlen kann. Das Dorf Tangno wird nur zu 9300 engl. Fuß oder 1454 T. angegeben, während das Plateau um den heiligen See Manaſa 17000 engl. F. oder 2658 T. hoch liegen ſoll. Bei dem Durchbruch der Kette findet Cap. Gerard den Schnee an dem nördlichen Abfall ſogar um 500 engl. F. (78 T.) niedriger als am ſüdlichen, gegen Indien gekehrten Abfall. An letzterem wird die Schneegrenze von ihm zu 15000 engl. Fuß (2346 T.) geſchätzt. Die Vegetations-Verhältniſſe bieten die auffallendſten Unterſchiede zwiſchen der tübetaniſchen Hochebene und dem ſüdlichen, indiſchen Abhange der Himalaya-Kette dar. In letzterem ſteigt die Felderndte, bei der der Halm aber oft noch grün abgemäht wird, nur zu 1560 T., die obere Waldgrenze mit noch hohen Eichen und Dewadaru-Tannen zu 1870 T., niedere Zwergbirken zu 2030 T. Auf der Hochebene ſah Cap. Gerard Weideplätze bis 2660 T.; Cerealien gedeihen bis 2200, ja bis 2900 T., Birken in hohen Stämmen bis 2200 T., kleines Buſchwerk, als Brennholz dienend, bis 2660 T., d. i. 200 T. höher als die ewige Schneegrenze unter dem Aequator in Quito. Es iſt überaus wünſchenswerth, daß von neuem, und zwar von Reiſenden, die an allgemeine Anſichten gewöhnt ſind, ſowohl die mittlere Höhe des tübetaniſchen Tafellandes, die ich zwiſchen dem Himalaya und Kuen-lün nur zu 1800 T. annehme, wie auch das Verhältniß der Schneehöhen an dem nördlichen und ſüdlichen Abfalle erforſcht werde. Man hat bisher oft Schätzungen mit wirklichen Meſſungen, die Höhen einzelner über dem Tafellande hervorragender Gipfel mit der umgebenden Ebene verwechſelt (vgl. Carl Zimmermann's ſcharfſinnige hypſometriſche Bemerkungen in ſeiner geographiſchen Analyſe der Karte von Inner-Aſien 1841 S. 98). Lord macht auf einen Gegenſatz aufmerkſam zwiſchen den Höhen

des ewigen Schnees an den beiden Abfällen des Himalaya und der Alpenkette Hindukuſch. „Bei der letzteren Kette“, ſagt er, „liegt das Tafelland in Süden, und deshalb iſt die Schneehöhe am ſüdlichen Abhange größer: umgekehrt als am Himalaya, der von warmen Ebenen in Süden, wie der Hindukuſch in Norden, begrenzt iſt.“ So viel auch noch im einzelnen die hier behandelten hypſometriſchen Angaben kritiſcher Berichtigungen bedürfen, ſo ſteht doch die Thatſache feſt, daß die wunderbare Geſtaltung eines Theils der Erdoberfläche in Inner-Aſien dem Menſchengeſchlechte verleihet: Möglichkeit der Verbreitung, Nahrung, Brennſtoffe, und Anſiedelung in einer Höhe über der Meeresfläche, die in faſt allen anderen Theilen beider Continente (doch nicht in dem dürren, ſchneearmen Bolivia, wo Pentland die Schneegrenze unter 16° — 17° 3/4 ſüdlicher Breite im Jahr 1838 in einer Mittelhöhe von 2450 T. fand) ewig mit Eis bedeckt iſt. Die mir wahrſcheinlichen Unterſchiede der nördlichen und ſüdlichen Abhänge der Himalaya-Kette in Hinſicht auf den ewigen Schnee ſind auch durch die Barometer-Meſſungen von Victor Jacquemont, welcher ſo früh ein unglückliches Opfer ſeiner edeln und raſtloſen Thätigkeit wurde, vollkommen beſtätigt worden (ſ. deſſen Correspondance pendant son Voyage dans l'Inde 1833 T. I. p. 291, und Voyage dans l'Inde pendant les années 1828 à 1832, livr. 23, p. 290, 296, 299). „Les neiges perpétuelles“, ſagt Jacquemont, „descendent plus bas sur la pente méridionale de l'Himalaya que sur les pentes septentrionales, et leur limite s'élève constamment à mesure que l'on s'éloigne vers le nord de la chaîne qui borde l'Inde. Sur le Col de Kioubrong, à 5581 mètres (2863 t.) de hauteur selon le Capitaine Gerard, je me trouvai encore bien au-dessous de la limite des neiges perpétuelles, que dans cette partie de l'Himalaya je croirais (wohl viel zu hoch geſchätzt!) de 6000 mètres ou 3078 t.“ Zu welcher Höhe, ſagt der benannte Reiſende, man ſich auf dem ſüdlichen Abfall erhebe: immer behält das Klima denſelben Charakter, dieſelbe Abtheilung der Jahreszeiten wie in den indiſchen Ebenen. „Das Sommer-Solſtitium führt dort dieſelben Regengüſſe herbei, welche ohne Unterbrechung bis zum Herbſt-Aequinoctium dauern. Erſt von Kaſchmir an, das ich 5350 engl. Fuß“ (837 T., alſo faſt wie die Städte Merida und Popayan) „gefunden, beginnt ein neues, ganz verſchiedenartiges

Klima." (Jacquemont, Corresp. T. II. p. 58 und 74.) Die Mouſſons treiben, wie Leopold von Buch ſcharfſinnig bemerkt, die feuchte und warme Seeluft des indiſchen Tieflandes nicht über die Vormauer des Himalaya hinaus in das jenſeitige tübetaniſche Gebiet von Ladak und Hlaſſa. Carl von Hügel ſchätzt die Höhe des Thales von Kaſchmir über der Meeresfläche, nach dem Siedepunkt des Waſſers beſtimmt, (Bd. II. S. 155 und Journal of the Geogr. Soc. Vol. 6. p. 215) zu 5818 engl. Fuß oder 910 T. In dieſem ganz windſtillen und faſt gewitterloſen Thale, unter 34° 7' Breite, liegt der Schnee vom December bis März mehrere Fuß hoch.

[6] (S. 12.) Siehe im allgemeinen: mein Essai sur la Géographie des Plantes et Tableau physique des Régions équinoxiales 1807 p. 80—88; über die Schwankungen der Temperatur bei Tage und bei Nacht die Pl. 9 meines Atlas géogr. et phys. du Nouveau Continent und die Tabellen meines Werkes de distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium 1817 p. 90—116, den meteorologiſchen Theil meiner Asie centrale T. III. p. 212—224; endlich die neuere und weit genauere Darſtellung der mit der Höhe abnehmenden Temperatur in der Andeskette in Bouſſingault's mémoire sur la profondeur à laquelle on trouve la couche de température invariable sous les tropiques (Ann. de Chimie et de Physique T. LIII. 1833 p. 225—247). Dieſe Abhandlung enthält die Beſtimmung der Höhe und der mittleren Temperatur von 128 Punkten von der Meeresfläche an bis zum Abhange des Antiſana in 2800 T. Höhe, zwiſchen 27°,5 und 1°,7 Cent. Luftwärme.

[7] (S. 15.) Ueber die Kawi-Sprache auf der Inſel Java, nebſt einer Einleitung über die Verſchiedenheit des menſchlichen Sprachbaues und ihren Einfluß auf die geiſtige Entwickelung des Menſchengeſchlechts von Wilhelm v. Humboldt Bd. I. 1836 S. 5—310.

[8] (S. 15.) Ueber den eigentlichen Madhyadêsa ſ. Laſſen's vortreffliche Indiſche Alterthumskunde Bd. I. S. 92. Bei den Chineſen iſt Mo-kie-thi das ſüdliche Bahar: der Theil, welcher im Süden des Ganges liegt. S. Foe-koue-ki par Chy-Fa-Hian 1836 p. 256. Djambu-dwipa iſt ganz Indien, begreift aber auch bisweilen einen der vier buddhiſtiſchen Continente.

[9] (S. 16.) Die Elegie von Schiller, welche zuerſt in den Horen 1795 erſchien:

Aber im ſtillen Gemach entwirft bedeutende Zirkel
Sinnend der Weiſe, beſchleicht forſchend den ſchaffenden Geiſt;
Prüft der Stoffe Gewalt, der Magnete Haſſen und Lieben;
Folgt durch die Lüfte dem Klang, folgt durch den Aether dem Strahl;
Sucht das vertraute Geſetz in des Zufalls grauſenden Wundern,
Sucht den ruhenden Pol in der Erſcheinungen Flucht.

[10] (S. 19.) Arago's Ocular-Micrometer, eine glückliche Vervollkommnung von Rochon's micromètre prismatique oder à double réfraction: ſiehe Note de Mr. Mathieu in Delambre's Hist. de l'Astr. au 18me siècle 1827 p. 651.

[11] (S. 22.) Carus von den Ur-Theilen des Knochen- und Schalen-Gerüſtes 1828 § 6.

[12] (S. 22.) Plut. in vita Alex. Magni cap. 7.

[13] (S. 27.) Die gewöhnlichen Angaben über den Schmelzpunkt ſehr ſchwer ſchmelzbarer Subſtanzen ſind viel zu hoch. Nach den, immer ſo genauen Unterſuchungen von Mitſcherlich iſt der Schmelzpunkt des Granits wohl nicht höher als 1300° Cent.

[14] (S. 27.) Das claſſiſche Werk über die Fiſche der Vorwelt von Ludwig Agaſſiz: rech. sur les Poissons fossiles 1834 Vol. I. p. 38; Vol. II. p. 3, 28, 34; Addit. p. 6. Das ganze Geſchlecht Amblypterus Ag., mit Palaeoniscus (einſt Palaeothrissum) nahe verwandt, liegt unterhalb der Jura-Formation vergraben, im alten Steinkohlen-Gebirge. Schuppen, die ſich in einzelnen Lagen gleich den Zähnen bilden und mit Schmelz bedeckt ſind, aus der Familie der Lepidoiden (Ordnung der Ganoiden), gehören nach den Placoiden zu den älteſten Geſtalten vorweltlicher Fiſche, deren noch lebende Repräſentanten ſich in zwei Geſchlechtern, Bichir (Nil und Senegal) und Lepidosteus (Ohio), finden.

[15] (S. 29.) Göthe in den Aphorismen über Naturwiſſenſchaft (Werke, kleine Ausgabe von 1833, Bd. L. S. 155).

[16] (S. 35.) Entdeckungen Arago's vom Jahre 1811. (Delambre, Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 652.)

[17] (S. 35.) Göthe, Aphoriſtiſches über die Natur (Werke Bd. L. S. 4).

[18] (S. 37.) Pſeudo-Plato, Alcib. II p. 148 ed. Steph.; Plut. Instituta laconica p. 253 ed. Hutten.

Begrenzung und wiſſenſchaftliche Behandlung einer phyſiſchen Weltbeſchreibung.

In den allgemeinen Betrachtungen, mit denen ich die Prolegomenen zur Weltanſchauung eröffnet habe, wurde entwickelt und durch Beiſpiele zu erläutern geſucht, wie der Naturgenuß, verſchiedenartig in ſeinen inneren Quellen, durch klare Einſicht in den Zuſammenhang der Erſcheinungen und in die Harmonie der belebenden Kräfte erhöht werden könne. Es wird jetzt mein Beſtreben ſein den Geiſt und die leitende Idee der nachfolgenden wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen ſpecieller zu erörtern, das Fremdartige ſorgfältig zu ſcheiden, den Begriff und den Inhalt der Lehre vom Kosmos, wie ich dieſelbe aufgefaßt und nach vieljährigen Studien unter mancherlei Zonen bearbeitet, in überſichtlicher Kürze anzugeben. Möge ich mir dabei der Hoffnung ſchmeicheln dürfen, daß eine ſolche Erörterung den unvorſichtigen Titel meines Werkes rechtfertigen und ihn von dem Vorwurfe der Anmaßung befreien werde! Die Prolegomenen umfaſſen in vier Abtheilungen nach der einleitenden Betrachtung über die Ergründung der Weltgeſetze:

1) den Begriff und die Begrenzung der phyſiſchen Weltbeſchreibung, als einer eigenen und abgeſonderten Diſciplin;
2) den objectiven Inhalt: die reale, empiriſche Anſicht des Natur-Ganzen in der wiſſenſchaftlichen Form eines Natur-Gemäldes;
3) den Reflex der Natur auf die Einbildungskraft und das Gefühl, als Anregungsmittel zum Naturſtudium durch begeiſterte Schilderungen ferner Himmelsſtriche und naturbeſchreibende Poeſie (einen Zweig der modernen Litteratur), durch veredelte Landſchaftmalerei, durch Anbau und contraſtirende Gruppirung exotiſcher Pflanzenformen;
4) die Geſchichte der Weltanſchauung: d. h. der allmäligen Entwickelung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos, als einem Natur-Ganzen.

Je höher der Geſichtspunkt geſtellt iſt, aus welchem in dieſem Werke die Naturerſcheinungen betrachtet werden, deſto beſtimmter muß die zu begründende Wiſſenſchaft umgrenzt und von allen verwandten Diſciplinen geſchieden werden. Phyſiſche Weltbeſchreibung iſt Betrachtung alles Geſchaffenen, alles Seienden im Raume (der Natur-Dinge und Natur-Kräfte) als eines gleichzeitig beſtehenden Natur-Ganzen. Sie zerfällt für den Menſchen, den Bewohner der Erde, in zwei Hauptabtheilungen: den telluriſchen und ſideriſchen (uranologiſchen) Theil. Um die wiſſenſchaftliche Selbſtſtändigkeit der phyſiſchen Weltbeſchreibung feſtzuſtellen und ihr Verhältniß zu anderen Gebieten: zur eigentlichen Phyſik oder Naturlehre, zur Naturgeſchichte oder ſpeciellen Naturbeſchreibung, zur

Geognoſie und vergleichenden Geographie oder Erdbeſchreibung; zu ſchildern, wollen wir zunächſt bei dem telluriſchen (irdiſchen) Theile der phyſiſchen Weltbeſchreibung verweilen. So wenig als die Geſchichte der Philoſophie in einer rohen Aneinanderreihung verſchiedenartiger philoſophiſcher Meinungen beſteht, eben ſo wenig iſt der telluriſche Theil der Weltbeſchreibung ein encyclopädiſches Aggregat der oben genannten Naturwiſſenſchaften. Die Grenzverwirrungen zwiſchen ſo innigſt verwandten Diſciplinen ſind um ſo größer, als ſeit Jahrhunderten man ſich gewöhnt hat Gruppen von Erfahrungs-Kenntniſſen mit Namen zu bezeichnen, die bald zu eng, bald zu weit für das Bezeichnete ſind; ja im claſſiſchen Alterthume, in den Sprachen, denen man ſie entlehnte, eine ganz andere Bedeutung als die hatten, welche wir ihnen jetzt beilegen. Die Namen einzelner Naturwiſſenſchaften: der Anthropologie, Phyſiologie, Naturlehre, Naturgeſchichte, Geognoſie und Geographie; ſind entſtanden und allgemein gebräuchlich geworden, bevor man zu einer klaren Einſicht über die Verſchiedenartigkeit der Objecte und ihre möglichſt ſtrenge Begrenzung, d. i. über den Eintheilungsgrund ſelbſt, gelangt war. In der Sprache einer der gebildetſten Nationen Europa's iſt ſogar, nach einer tief eingewurzelten Sitte, Phyſik kaum von der Arzneikunde zu trennen: während daß techniſche Chemie, Geologie und Aſtronomie, ganz empiriſch behandelt, zu den philoſophiſchen Arbeiten (transactions) einer mit Recht weltberühmten Akademie gezählt werden.

Umtauſch alter, zwar unbeſtimmter, aber allgemein verſtändlicher Namen gegen neuere iſt mehrfach, aber immer mit

ſehr geringem Erfolge, von denen verſucht worden, die ſich mit der Claſſification aller Zweige des menſchlichen Wiſſens beſchäftigt haben: von der großen Encyclopädie (Margarita philosophica) des Carthäuſer-Mönchs Gregorius Reiſch[1] an bis Baco, von Baco bis d'Alembert und, um der neueſten Zeit zu gedenken, bis zu dem ſcharfſinnigen Geometer und Phyſiker Ampère[2]. Die wenig glückliche Wahl einer gräciſirenden Nomenclatur hat dem Unternehmen vielleicht mehr noch als die zu große dichotomiſche Zerſpaltung und Vervielfältigung der Gruppen geſchadet.

Die *phyſiſche Weltbeſchreibung*, indem ſie die Welt „als Gegenſtand des äußeren Sinnes" umfaßt, bedarf allerdings der allgemeinen Phyſik und der Naturgeſchichte als Hülfswiſſenſchaften; aber die Betrachtung der körperlichen Dinge unter der Geſtalt eines, durch innere Kräfte bewegten und belebten *Naturganzen* hat als abgeſonderte Wiſſenſchaft einen ganz eigenthümlichen Charakter. Die Phyſik verweilt bei den allgemeinen Eigenſchaften der Materie, ſie iſt eine Abſtraction von den Kraftäußerungen der Stoffe; und ſchon da, wo ſie zuerſt begründet wurde, in den acht Büchern der *phyſiſchen Vorträge* des Ariſtoteles[3], ſind alle Erſcheinungen der Natur als bewegende Lebensthätigkeit einer allgemeinen Weltkraft geſchildert. Der *telluriſche* Theil der phyſiſchen Weltbeſchreibung, dem ich gern die alte ausdrucksvolle Benennung der *phyſiſchen Erdbeſchreibung* laſſe, lehrt die Vertheilung des Magnetismus auf unſerem Planeten nach Verhältniſſen der Intenſität und der Richtung; nicht die Geſetze magnetiſcher Anziehung und Abſtoßung oder die Mittel, mächtige electro-magnetiſche Wirkungen bald vorübergehend, bald bleibend hervorzurufen.

Die phyſiſche Erdbeſchreibung ſchildert in großen Zügen die Gliederung der Continente und die Vertheilung ihrer Maſſen in beiden Hemiſphären: eine Vertheilung, welche auf die Verſchiedenheit der Klimate und die wichtigſten meteorologiſchen Proceſſe des Luftkreiſes einwirkt; ſie faßt den herrſchenden Charakter der telluriſchen Gebirgszüge auf, wie ſie, in gleichlaufenden oder ſich roſtförmig durchſchneidenden Reihen erhoben, verſchiedenen Zeitepochen und Bildungs-Syſtemen angehören; ſie unterſucht die mittlere Höhe der Continente über der jetzigen Meeresfläche oder die Lage des Schwerpunktes ihres Volums, das Verhältniß der höchſten Gipfel großer Ketten zu ihrem Rücken, zur Meeresnähe oder zur mineralogiſchen Natur der Gebirgsarten; ſie lehrt, wie dieſe Gebirgsarten thätig und bewegend (durchbrechend), oder leidend und bewegt, unter mannigfaltiger Neigung ihrer Schichten, aufgerichtet und gehoben erſcheinen; ſie betrachtet die Reihung oder Iſolirtheit der Vulkane, die Beziehung ihrer gegenſeitigen Kraftäußerung, wie die Grenzen ihrer Erſchütterungskreiſe, die im Lauf der Jahrhunderte ſich erweitern oder verengen. Sie lehrt, um auch einige Beiſpiele aus dem Kampf des Flüſſigen mit dem Starren anzuführen, was allen großen Strömen gemeinſam iſt in ihrem oberen und unteren Laufe: wie Ströme einer Bifurcation (einer Unabgeſchloſſenheit des Stromgebietes) in beiden Theilen ihres Laufes fähig ſind; wie ſie bald coloſſale Bergketten rechtwinklig durchſchneiden, bald ihnen parallel laufen: ſei es längs dem nahen Abfall oder in beträchtlicher Ferne, als Folge des Einfluſſes, den ein gehobenes Bergſyſtem auf die Oberfläche ganzer Länderſtrecken, auf den ſöhligen Boden der anliegenden Ebene

ausgeübt hat. Nur die Hauptreſultate der vergleichenden Orographie und Hydrographie gehören in die Wiſſenſchaft, die ich hier umgrenze: nicht Verzeichniſſe von Berghöhen, von jetzt thätigen Vulkanen oder von Größen der Stromgebiete; alles dies bleibt, nach meinen Anſichten, der ſpeciellen Länderkunde und den mein Werk erläuternden Noten vorbehalten. Die Aufzählung gleichartiger oder nahe verwandter Naturverhältniſſe, die generelle Ueberſicht der telluriſchen Erſcheinungen in ihrer räumlichen Vertheilung oder Beziehung zu den Erdzonen iſt nicht zu verwechſeln mit der Betrachtung von Einzeldingen der Natur (irdiſchen Stoffen, belebten Organismen, phyſiſchen Hergängen des Erdenlebens): einer Betrachtung, in der die Objecte bloß nach ihren inneren Analogien ſyſtematiſch geordnet werden.

Specielle Länderbeſchreibungen ſind allerdings das brauchbarſte Material zu einer allgemeinen phyſiſchen Geographie; aber die ſorgfältigſte Aneinanderreihung dieſer Länderbeſchreibungen würde eben ſo wenig das charakteriſtiſche Bild des telluriſchen Naturganzen liefern, als die bloße Aneinanderreihung aller einzelnen Floren des Erdkreiſes eine Geographie der Pflanzen liefern würde. Es iſt das Werk des combinirenden Verſtandes, aus den Einzelheiten der organiſchen Geſtaltung (Morphologie, Naturbeſchreibung der Pflanzen und Thiere) das Gemeinſame in der klimatiſchen Vertheilung herauszuheben, die numeriſchen Geſetze (die fixen Proportionen in der Zahl gewiſſer Formen oder natürlicher Familien zu der Geſammtzahl der Thiere und Pflanzen höherer Bildung) zu ergründen; anzugeben, in welcher Zone jegliche der Hauptformen ihr Maximum der Artenzahl und der organiſchen Entwickelung erreicht: ja wie

der landſchaftliche Eindruck, den die Pflanzendecke unſeres Planeten in verſchiedenen Abſtänden vom Aequator auf das Gemüth macht, großentheils von den Geſetzen der Pflanzen-Geographie abhängt.

Die ſyſtematiſch geordneten Verzeichniſſe aller organiſchen Geſtaltungen, die wir ehemals mit dem allzu prunkvollen Namen von Natur-Syſtemen bezeichneten, bieten eine bewunderswürdige Verkettung nach inneren Beziehungen der Form-Aehnlichkeit (Structur), nach Vorſtellungsweiſen von allmäliger Entfaltung (Evolution) in Blatt und Kelch, in farbigen Blüthen und Früchten, dar: nicht eine Verkettung nach räumlicher Gruppirung, d. i. nach Erdſtrichen, nach der Höhe über der Meeresfläche, nach Temperatur-Einflüſſen, welche die ganze Oberfläche des Meeres erleidet. Der höchſte Zweck der phyſiſchen Erdbeſchreibung iſt aber, wie ſchon oben bemerkt worden, Erkenntniß der Einheit in der Vielheit, Erforſchung des Gemeinſamen und des inneren Zuſammenhanges in den telluriſchen Erſcheinungen. Wo der Einzelheiten erwähnt wird, geſchieht es nur, um die Geſetze der organiſchen Gliederung mit denen der geographiſchen Vertheilung in Einklang zu bringen. Die Fülle der lebendigen Geſtaltungen erſcheint, nach dieſem Geſichtspunkte geordnet, mehr nach Erdzonen, nach Verſchiedenheit der Krümmung iſothermer Linien, als nach der inneren Verwandtſchaft, oder nach dem, der ganzen Natur inwohnenden Principe der Steigerung und ſich individualiſirenden Entfaltung der Organe. Die natürliche Reihenfolge der Pflanzen- und Thierbildungen wird daher hier als etwas Gegebenes, der beſchreibenden Botanik und Zoologie

Entnommenes betrachtet. So iſt es die Aufgabe der phyſiſchen Geographie, nachzuſpüren, wie auf der Oberfläche der Erde ſehr verſchiedenartige Formen, bei ſcheinbarer Zerſtreuung der Familien und Gattungen, doch in geheimnißvoller genetiſcher Beziehung zu einander ſtehen (Beziehungen des gegenſeitigen Erſatzes und Ausſchließens); wie die Organismen, ein telluriſches Naturganzes bilden, durch Athmen und leiſe Verbrennungs-Proceſſe den Luftkreis modificiren und, vom Lichte in ihrem Gedeihen, ja in ihrem Daſein prometheiſch bedingt, trotz ihrer geringen Maſſe, doch auf das ganze äußere Erde-Leben (das Leben der Erdrinde) einwirken.

Die Darſtellungsweiſe, welche ich hier, als der phyſiſchen Erdbeſchreibung ausſchließlich geeignet, ſchildere, gewinnt an Einfachheit, wenn wir ſie auf den uranologiſchen Theil des Kosmos, auf die phyſiſche Beſchreibung des Weltraums und der himmliſchen Weltkörper, anwenden. Unterſcheidet man, wie es der alte Sprachgebrauch thut, wie aber, nach tieferen Natur-Anſichten, einſt nicht mehr zu thun erlaubt ſein wird, Naturlehre (Phyſik): die allgemeine Betrachtung der Materie, der Kräfte und der Bewegung; von der Chemie: der Betrachtung der verſchiedenen Natur der Stoffe, ihrer ſtöchiologiſchen Heterogeneität, ihrer Verbindungen und Miſchungs-Veränderungen nach eigenen, nicht durch bloße Maſſen-Verhältniſſe erklärbaren Ziehkräften; ſo erkennen wir in den telluriſchen Räumen phyſiſche und chemiſche Proceſſe zugleich. Neben der Grundkraft der Materie, der Anziehung aus der Ferne (Gravitation), wirken um uns her, auf dem Erdkörper, noch andere Kräfte in unmittelbarer Berührung oder unendlich kleiner Entfernung der materiellen Theile [4]: Kräfte

ſogenannter chemiſcher Verwandtſchaft, die, durch Electricität, Wärme und eine Contact-Subſtanz mannigfach beſtimmt, in der unorganiſchen Natur wie in den belebten Organismen unausgeſetzt thätig ſind. In den Himmelsräumen bieten bisher ſich unſerer Wahrnehmung nur phyſiſche Proceſſe, Wirkungen der Materie dar, die von der Maſſen-Vertheilung abhangen, und die ſich als den dynamiſchen Geſetzen der reinen Bewegungslehre unterworfen darſtellen laſſen. Solche Wirkungen werden als unabhängig von qualitativen Unterſchieden (von Heterogeneität oder ſpecifiſcher Verſchiedenheit) der Stoffe betrachtet.

Der Erdbewohner tritt in Verkehr mit der geballten und ungeballt zerſtreuten Materie des fernen Weltraumes nur durch die Phänomene des Lichts und den Einfluß der allgemeinen Gravitation (Maſſen-Anziehung). Die Einwirkungen der Sonne oder des Mondes auf die periodiſchen Veränderungen des telluriſchen Magnetismus ſind noch in Dunkel gehüllt. Ueber die qualitative Natur der Stoffe, die in dem Weltall kreiſen oder vielleicht denſelben erfüllen, haben wir keine unmittelbare Erfahrung, es ſei denn durch den Fall der Aërolithen: wenn man nämlich (wie es ihre Richtung und ungeheure Wurfgeſchwindigkeit mehr als wahrſcheinlich macht) dieſe erhitzten, ſich in Dämpfe einhüllenden Maſſen für kleine Weltkörper hält, welche, auf ihrem Wege durch die himmliſchen Räume, in die Anziehungs-Sphäre unſeres Planeten kommen. Das heimiſche Anſehen ihrer Beſtandtheile, ihre mit unſeren telluriſchen Stoffen ganz gleichartige Natur ſind ſehr auffallend. Sie können durch Analogie zu Vermuthungen über die Beſchaffenheit ſolcher Planeten führen, die zu Einer Gruppe gehören,

unter der Herrſchaft Eines Central-Körpers ſich durch Niederſchläge aus kreiſenden Ringen dunſtförmiger Materie gebildet haben. Beſſel's Pendel-Verſuche, die von einer noch unerreichten Genauigkeit zeugen, haben dem Newtoniſchen Axiom, daß Körper von der verſchiedenartigſten Beſchaffenheit (Waſſer, Gold, Quarz, körniger Kalkſtein, Aërolithen-Maſſen) durch die Anziehung der Erde eine völlig gleiche Beſchleunigung der Bewegung erfahren, eine neue Sicherheit verliehen; ja mannigfaltige rein aſtronomiſche Reſultate: z. B. die faſt gleiche Jupitersmaſſe aus der Einwirkung des Jupiter auf ſeine Trabanten, auf Encke's Cometen, auf die kleinen Planeten (Veſta, Juno, Ceres und Pallas): lehren, daß überall nur die Quantität der Materie die Ziehkraft derſelben beſtimmt [5].

Dieſe Ausſchließung von allem Wahrnehmbaren der Stoff-Verſchiedenheit vereinfacht auf eine merkwürdige Weiſe die Mechanik des Himmels: ſie unterwirft das ungemeſſene Gebiet des Weltraums der alleinigen Herrſchaft der Bewegungslehre; und der aſtrognoſtiſche Theil der phyſiſchen Weltbeſchreibung ſchöpft aus der feſt begründeten theoretiſchen Aſtronomie, wie der telluriſche Theil aus der Phyſik, der Chemie und der organiſchen Morphologie. Das Gebiet der letztgenannten Diſciplinen umfaßt ſo verwickelte und theilweiſe den mathematiſchen Anſichten widerſtrebende Erſcheinungen, daß der telluriſche Theil der Lehre vom Kosmos ſich noch nicht derſelben Sicherheit und Einfachheit der Behandlung zu erfreuen hat, welche der aſtronomiſche möglich macht. In den hier angedeuteten Unterſchieden liegt gewiſſermaßen der Grund, warum in der früheren Zeit griechiſcher Cultur die pythagoreiſche Natur-

philoſophie dem Weltraume mehr als den Erdräumen zugewandt war; warum ſie durch Philolaus, und in ſpätern Nachklängen durch Ariſtarch von Samos und Seleucus den Erythräer für die wahre Kenntniß unſeres Sonnenſyſtems in einem weit höheren Grade fruchtbringend geworden iſt, als die ioniſche Naturphiloſophie es der Phyſik der Erde ſein konnte. Gleichgültiger gegen die ſpecifiſche Natur des Raum-Erfüllenden, gegen die qualitative Verſchiedenheit der Stoffe, war der Sinn der italiſchen Schule mit doriſchem Ernſte allein auf geregelte Geſtaltung, auf Form und Maaß gerichtet [6]: während die ioniſchen Phyſiologen bei dem Stoffartigen, ſeinen geahndeten Umwandlungen und genetiſchen Verhältniſſen vorzugsweiſe verweilten. Es war dem mächtigen, ächt philoſophiſchen und dabei ſo praktiſchen Geiſte des Ariſtoteles vorbehalten, mit gleicher Liebe ſich in die Welt der Abſtractionen und in die unermeßlich reiche Fülle des Stoffartig-Verſchiedenen der organiſchen Gebilde zu verſenken.

Mehrere und ſehr vorzügliche Werke über phyſiſche Geographie enthalten in der Einleitung einen aſtronomiſchen Theil, in dem ſie die Erde zuerſt in ihrer planetariſchen Abhängigkeit, in ihrem Verhältniß zum Sonnenſyſtem betrachten. Dieſer Weg iſt ganz dem entgegengeſetzt, den ich mir vorgezeichnet habe. In einer Weltbeſchreibung muß der aſtrognoſtiſche Theil, den Kant die Naturgeſchichte des Himmels nannte, nicht dem telluriſchen untergeordnet erſcheinen. Im Kosmos iſt, wie ſchon der alte Kopernikaner, Ariſtarch der Samier, ſich ausdrückte, die Sonne (mit ihren Gefährten) ein Stern unter den zahlloſen Sternen. Eine allgemeine Weltanſicht muß alſo mit den, den

Weltraum füllenden, himmliſchen Körpern beginnen: gleichſam mit dem Entwurf einer graphiſchen Darſtellung des Univerſums, einer eigentlichen Weltkarte, wie zuerſt mit kühner Hand ſie Herſchel der Vater gezeichnet hat. Wenn, trotz der Kleinheit unſeres Planeten, der telluriſche Theil in der Weltbeſchreibung den größeren Raum einnimmt und am ausführlichſten behandelt wird, ſo geſchieht dies nur in Beziehung auf die ungleiche Maſſe des Erkannten, auf die Ungleichheit des empiriſch Zugänglichen. Jene Unterordnung des uranologiſchen Theils finden wir übrigens ſchon bei dem großen Geographen Bernhard Varenius [7] in der Mitte des 17ten Jahrhunderts. Er unterſcheidet ſehr ſcharfſinnig allgemeine und ſpecielle Erdbeſchreibung; und theilt die erſtere wieder in die abſolut telluriſche und die planetariſche ein: je nachdem man betrachtet die Verhältniſſe der Erdoberfläche in den verſchiedenen Zonen, oder das ſolariſch-lunare Leben der Erde, die Beziehung unſeres Planeten zu Sonne und Mond. Ein bleibender Ruhm für Varenius iſt es, daß die Ausführung eines ſolchen Entwurfes der allgemeinen und vergleichenden Erdkunde Newton's Aufmerkſamkeit in einem hohen Grade auf ſich gezogen hatte; aber bei dem mangelhaften Zuſtande der Hülfswiſſenſchaften, aus denen Varenius ſchöpfte, konnte die Bearbeitung nicht der Größe des Unternehmens entſprechen. Es war unſerer Zeit vorbehalten, die vergleichende Erdkunde in ihrem weiteſten Umfange, ja in ihrem Reflex auf die Geſchichte der Menſchheit, auf die Beziehungen der Erdgeſtaltung zu der Richtung der Völkerzüge und der Fortſchritte der Geſittung, meiſterhaft bearbeitet [8] zu ſehen.

Die Aufzählung der vielfachen Strahlen, die ſich in

dem geſammten Naturwiſſen wie in einem Brennpunkte vereinigen, kann den Titel des Werks rechtfertigen, das ich, am ſpäten Abend meines Lebens, zu veröffentlichen wage. Dieſer Titel iſt vielleicht kühner als das Unternehmen ſelbſt: in den Grenzen, die ich mir geſetzt habe. In ſpeciellen Diſciplinen hatte ich bisher, ſo viel als möglich, neue Namen zur Bezeichnung allgemeiner Begriffe vermieden. Wo ich Erweiterungen der Nomenclatur verſuchte, waren ſie auf die Einzeldinge der Thier- und Pflanzenkunde beſchränkt geweſen. Das Wort: phyſiſche Weltbeſchreibung, deſſen ich mich hier bediene, iſt dem längſt gebräuchlichen: phyſiſche Erdbeſchreibung nachgebildet. Die Erweiterung des Inhalts, die Schilderung eines Naturganzen von den fernen Nebelflecken an bis zur klimatiſchen Verbreitung der organiſchen Gewebe, die unſere Felsklippen färben, machen die Einführung eines neuen Wortes nothwendig. So ſehr auch in dem Sprachgebrauch, bei der früheren Beſchränktheit menſchlicher Anſichten, die Begriffe Erde und Welt ſich verſchmelzen (ich erinnere an die Ausdrücke: Weltumſeglung, Weltkarten, Neue Welt), ſo iſt doch die wiſſenſchaftliche Abſonderung von Welt und Erde ein allgemein gefühltes Bedürfniß. Die ſchönen und richtiger gebildeten Ausdrücke: Weltgebäude, Weltraum, Weltkörper, Weltſchöpfung für den Inbegriff und den Urſprung aller Materie, der irdiſchen, wie der fernſten Geſtirne; rechtfertigen dieſe Abſonderung. Um dieſelbe beſtimmter, ich könnte ſagen feierlicher und auf alterthümliche Weiſe anzudeuten, iſt dem Titel meines Werkes das Wort Kosmos vorgeſetzt: das urſprünglich, in der Homeriſchen Zeit, Schmuck und Ordnung bedeutete, ſpäter aber zu einem philoſophiſchen

Kunſtausdrucke, zur wiſſenſchaftlichen Bezeichnung der Wohlgeordnetheit der Welt, ja der ganzen Maſſe des Raum-Erfüllenden, d. i. des Weltalls ſelbſt, umgeprägt ward.

Bei der Schwierigkeit, in der ſteten Veränderlichkeit irdiſcher Erſcheinungen das Geregelte oder Geſetzliche zu erkennen, wurde der Geiſt der Menſchen vorzugsweiſe und früh von der gleichförmigen, harmoniſchen Bewegung der Himmelskörper angezogen. Nach dem Zeugniſſe des Philolaus, deſſen ächte Bruchſtücke Böckh ſo geiſtreich bearbeitet hat, nach dem einſtimmigen Zeugniß des ganzen Alterthums[9] hat Pythagoras zuerſt das Wort Kosmos für Weltordnung, Welt und Himmelsraum gebraucht. Aus der philoſophiſchen italiſchen Schule iſt das Wort in die Sprache der Dichter der Natur (Parmenides und Empedocles), ſpäter endlich und langſamer in die Proſaiker übergegangen. Daß, nach pythagoreiſchen Anſichten, daſſelbe Wort in der Mehrzahl bisweilen auch auf einzelne Weltkörper (Planeten), die um den Heerd der Welt eine kreisförmige Bahn beſchreiben, oder auf Gruppen von Geſtirnen (Weltinſeln) angewendet wurde; ja daß Philolaus ſogar einmal Olymp, Kosmos und Uranos unterſcheidet: iſt hier nicht zu erörtern. In meinem Entwurfe einer Weltbeſchreibung iſt Kosmos, wie der allgemeinſte Gebrauch in der nach-pythagoreiſchen Zeit es gebietet und wie der unbekannte Verfaſſer des Buches de Mundo, das lange dem Ariſtoteles zugeſchrieben wurde, das Wort definirt hat, für den Inbegriff von Himmel und Erde, für die ganze Körperwelt genommen. Durch Nachahmungsſucht der ſpät philoſophirenden Römer wurde das Wort mundus, welches bei ihnen Schmuck, nicht einmal Ordnung, bezeichnete,

zu der Bedeutung von *Weltall* umgeſtempelt. Die Einführung eines ſolchen Kunſtausdruckes in die lateiniſche Sprache, die wörtliche Uebertragung des griechiſchen *Kosmos*, in zwiefachem Sinne gebraucht, iſt wahrſcheinlich dem Ennius [10] zuzuſchreiben: einem Anhänger der italiſchen Schule, dem Ueberſetzer pythagoreiſcher Philoſopheme des Epicharmus oder eines Nachahmers deſſelben.

Wie eine phyſiſche *Weltgeſchichte*, wenn die Materialien dazu vorhanden wären, im weiteſten Sinne des Worts die Veränderungen ſchildern ſollte, welche im Laufe der Zeiten der Kosmos durchwandert hat: von den neuen Sternen an, die am Firmamente urplötzlich aufgelodert, und den Nebelflecken, die ſich auflöſen oder gegen ihre Mitte verdichten, bis zum feinſten Pflanzengewebe, das die nackte, erkaltete Erdrinde oder ein gehobenes Corallenriff allmälig und fortſchreitend bedeckt; ſo ſchildert dagegen die phyſiſche *Weltbeſchreibung* das Zuſammen-Beſtehende im Raume, das gleichzeitige Wirken der Naturkräfte und der Gebilde, die das Product dieſer Kräfte ſind. Das *Seiende* iſt aber, im Begreifen der Natur, nicht von dem *Werden* abſolut zu ſcheiden; denn nicht das Organiſche allein iſt ununterbrochen im Werden und Untergehen begriffen: das ganze Erdenleben mahnt, in jedem Stadium ſeiner Exiſtenz, an die früher durchlaufenen Zuſtände. So enthalten die über einander gelagerten Steinſchichten, aus denen der größere Theil der äußeren Erdrinde beſteht, die Spuren einer faſt gänzlich untergegangenen Schöpfung: ſie verkünden eine Reihe von Bildungen, die ſich gruppenweiſe erſetzt haben; ſie entfalten dem Blick des Beobachters gleichzeitig im Raume die *Faunen* und *Floren* der verfloſſenen

Jahrtauſende. In dieſem Sinne wären Naturbeſchreibung und Naturgeſchichte nicht gänzlich von einander zu trennen. Der Geognoſt kann die Gegenwart nicht ohne die Vergangenheit faſſen. Beide durchdringen und verſchmelzen ſich in dem Naturbilde des Erdkörpers, wie, im weiten Gebiete der Sprachen, der Etymologe in dem dermaligen Zuſtande grammatiſcher Formen ihr Werden und progreſſives Geſtalten, ja die ganze ſprachbildende Vergangenheit in der Gegenwart abgeſpiegelt findet. In der materiellen Welt aber iſt dieſe Abſpiegelung des Geweſenen um ſo klarer, als wir analoge Producte unter unſeren Augen ſich bilden ſehen. Unter den Gebirgsarten, um ein Beiſpiel der Geognoſie zu entlehnen, beleben Trachytkegel, Baſalt, Bimsſtein-Schichten und ſchlackige Mandelſteine auf eigenthümliche Weiſe die Landſchaft. Sie wirken auf unſere Einbildungskraft wie Erzählungen aus der Vorwelt. Ihre Form iſt ihre Geſchichte.

Das Sein wird in ſeinem Umfang und inneren Sein vollſtändig erſt als ein Gewordenes erkannt. Von dieſer urſprünglichen Verſchmelzung der Begriffe zeugt das claſſiſche Alterthum in dem Gebrauche des Worts: Hiſtorie bei Griechen und Römern. Wenn auch nicht in der Definition, die Verrius Flaccus [11] giebt, ſo iſt doch in den zoologiſchen Schriften des Ariſtoteles Hiſtorie eine Erzählung von dem Erforſchten, dem ſinnlich Wahrgenommenen. Die phyſiſche Weltbeſchreibung des älteren Plinius führt den Titel einer Historia naturalis; in den Briefen des Neffen wird ſie edler eine „Geſchichte der Natur" genannt. Im claſſiſchen Alterthum trennen die früheſten Hiſtoriker noch wenig die Länderbeſchreibung von der Darſtellung der Begebenheiten, deren Schauplatz die beſchriebenen Länder geweſen ſind.

Phyſiſche Geographie und Geſchichte erſcheinen lange anmuthig gemiſcht, bis das wachſende politiſche Intereſſe und ein vielbewegtes Staatsleben das erſte Element verdrängten, das nun in eine abgeſonderte Diſciplin überging.

Die Vielheit der Erſcheinungen des Kosmos in der Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zuſammenhanges zu umfaſſen, kann, meiner Einſicht nach, bei dem jetzigen Zuſtande unſeres empiriſchen Wiſſens nicht erlangt werden. Erfahrungs-Wiſſenſchaften ſind nie vollendet, die Fülle ſinnlicher Wahrnehmungen iſt nicht zu erſchöpfen; keine Generation wird je ſich rühmen können die Totalität der Erſcheinungen zu überſehn. Nur da, wo man die Erſcheinungen gruppenweiſe ſondert, erkennt man in einzelnen gleichartigen Gruppen das Walten großer und einfacher Naturgeſetze. Je mehr die phyſikaliſchen Wiſſenſchaften ſich ausbilden, deſto mehr erweitern ſich auch die Kreiſe dieſes Waltens. Glänzende Beweiſe davon geben die neu-erlangten Anſichten der Proceſſe, welche ſowohl im feſten Erdkörper als in der Atmoſphäre von electro-magnetiſchen Kräften, von der ſtrahlenden Wärme oder der Fortpflanzung der Lichtwellen abhangen; glänzende Beweiſe die Evolutions-Bildungen des Organismus, in denen alles Entſtehende vorher angedeutet iſt, wo gleichſam aus einerlei Hergang in der Vermehrung und Umwandlung von Zellen das Gewebe der Thier- und Pflanzenwelt entſteht. In der Verallgemeinerung der Geſetze, die anfangs nur engere Kreiſe, iſolirtere Gruppen von Phänomenen zu beherrſchen ſcheinen, giebt es mannigfaltige Abſtufungen. Die Herrſchaft der erkannten Geſetze gewinnt am Umfang, der ideelle Zuſammenhang an Klarheit, ſo lange die Forſchungen auf

gleichartige, unter ſich verwandte Maſſen gerichtet ſind. Wo aber die dynamiſchen Anſichten, die ſich dazu nur auf bildliche atomiſtiſche Vorausſetzungen gründen, nicht ausreichen, weil die ſpecifiſche Natur der Materie und ihre Heterogeneität im Spiel ſind; da gerathen wir, nach Einheit des Begreifens ſtrebend, auf Klüfte von noch unergründeter Tiefe. Es offenbart ſich dort das Wirken einer eigenen Art von Kräften. Das Geſetzliche numeriſcher Verhältniſſe, welches der Scharfſinn der neueren Chemiker ſo glücklich und glänzend, doch aber ebenfalls nur unter einem uralten Gewande, in den Symbolen atomiſtiſcher Vorſtellungsweiſen erkannt hat, bleibt bis jetzt iſolirt, ununterworfen den Geſetzen aus dem Bereich der reinen Bewegungslehre.

Die Einzelheiten, auf welche ſich alle unmittelbare Wahrnehmung beſchränkt, können logiſch in Claſſen und Gattungen geordnet werden. Solche Anordnungen führen, wie ich ſchon oben tadelnd bemerkte, als ein naturbeſchreibender Theil, den anmaßenden Titel von Natur-Syſtemen. Sie erleichtern freilich das Studium der organiſchen Gebilde und ihrer linearen Verkettung unter einander, aber als Verzeichniſſe gewähren ſie nur ein formelles Band; ſie bringen mehr Einheit in die Darſtellung als in die Erkenntniß ſelbſt. Wie es Graduationen giebt in der Verallgemeinerung der Naturgeſetze, je nachdem ſie größere oder kleinere Gruppen von Erſcheinungen, weitere oder engere Kreiſe organiſcher Geſtaltung und Gliederung umfaſſen: ſo giebt es auch Abſtufungen im empiriſchen Forſchen. Es beginnt daſſelbe von vereinzelten Anſchauungen, die man gleichartig ſondert und ordnet. Von dem Beobachten wird fortgeſchritten zum Experimentiren: zum Hervorrufen der Erſcheinungen

unter beſtimmten Bedingniſſen, nach leitenden Hypotheſen, d. h. nach dem Vorgefühl von dem inneren Zuſammenhange der Natur=Dinge und Natur=Kräfte. Was durch Beobachtung und Experiment erlangt iſt, führt, auf Analogien und Induction gegründet, zur Erkenntniß empiriſcher Geſetze. Das ſind die Phaſen, gleichſam die Momente, welche der beobachtende Verſtand durchläuft und die in der Geſchichte des Naturwiſſens der Völker beſondere Epochen bezeichnen.

Zwei Formen der Abſtraction beherrſchen die ganze Maſſe der Erkenntniß: quantitative, Verhältniß=Beſtimmungen nach Zahl und Größe; und qualitative, ſtoffartige Beſchaffenheiten. Die erſtere, zugänglichere Form gehört dem mathematiſchen, die zweite dem chemiſchen Wiſſen an. Um die Erſcheinungen dem Calcül zu unterwerfen, wird die Materie aus Atomen (Moleculen) conſtruirt, deren Zahl, Form, Lage und Polarität die Erſcheinungen bedingen ſoll. Die Mythen von imponderablen Stoffen und von eigenen Lebenskräften in jeglichem Organismus verwickeln und trüben die Anſicht der Natur. Unter ſo verſchiedenartigen Bedingniſſen und Formen des Erkennens bewegt ſich träge die ſchwere Laſt unſeres angehäuften und jetzt ſo ſchnell anwachſenden empiriſchen Wiſſens. Die grübelnde Vernunft verſucht muthvoll und mit wechſelndem Glücke die alten Formen zu zerbrechen, durch welche man den widerſtrebenden Stoff, wie durch mechaniſche Conſtructionen und Sinnbilder, zu beherrſchen gewohnt iſt.

Wir ſind noch weit von dem Zeitpunkte entfernt, wo es möglich ſein könnte alle unſere ſinnlichen Anſchauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu concentriren. Es darf zweifelhaft genannt werden, ob dieſer Zeitpunkt je heran=

nahen wird. Die Complication des Problems und die Unermeßlichkeit des Kosmos vereiteln faſt die Hoffnung dazu. Wenn uns aber auch das Ganze unerreichbar iſt, ſo bleibt doch die theilweiſe Löſung des Problems, das Streben nach dem Verſtehen der Welterſcheinungen, der höchſte und ewige Zweck aller Naturforſchung. Dem Charakter meiner früheren Schriften, wie der Art meiner Beſchäftigungen treu, welche Verſuchen, Meſſungen, Ergründung von Thatſachen gewidmet waren: beſchränke ich mich auch in dieſem Werke auf eine empiriſche Betrachtung. Sie iſt der alleinige Boden, auf dem ich mich weniger unſicher zu bewegen verſtehe. Dieſe Behandlung einer empiriſchen Wiſſenſchaft, oder vielmehr eines Aggregats von Kenntniſſen, ſchließt nicht aus die Anordnung des Aufgefundenen nach leitenden Ideen, die Verallgemeinerung des Beſonderen, das ſtete Forſchen nach empiriſchen Naturgeſetzen. Ein denkendes Erkennen, ein vernunftmäßiges Begreifen des Univerſums würden allerdings ein noch erhabneres Ziel darbieten. Ich bin weit davon entfernt Beſtrebungen, in denen ich mich nicht verſucht habe, darum zu tadeln, weil ihr Erfolg bisher ſehr zweifelhaft geblieben iſt. Mannigfaltig mißverſtanden, und ganz gegen die Abſicht und den Rath der tiefſinnigen und mächtigen Denker, welche dieſe ſchon dem Alterthum eigenthümlichen Beſtrebungen wiederum angeregt: haben naturphiloſophiſche Syſteme, eine kurze Zeit über, in unſerem Vaterlande, von den ernſten und mit dem materiellen Wohlſtande der Staaten ſo nahe verwandten Studien mathematiſcher und phyſikaliſcher Wiſſenſchaften abzulenken gedroht. Der berauſchende Wahn des errungenen Beſitzes; eine eigene, abenteuerlich-ſymboliſirende Sprache; ein

Schematiſmus, enger, als ihn je das Mittelalter der Menſchheit angezwängt: haben, in jugendlichem Mißbrauch edler Kräfte, die heiteren und kurzen Saturnalien eines rein ideellen Naturwiſſens bezeichnet. Ich wiederhole den Ausdruck: Mißbrauch der Kräfte; denn ernſte, der Philoſophie und der Beobachtung gleichzeitig zugewandte Geiſter ſind jenen Saturnalien fremd geblieben. Der Inbegriff von Erfahrungs-Kenntniſſen und eine in allen ihren Theilen ausgebildete Philoſophie der Natur (falls eine ſolche Ausbildung je zu erreichen iſt) können nicht in Widerſpruch treten, wenn die Philoſophie der Natur, ihrem Verſprechen gemäß, das vernunftmäßige Begreifen der wirklichen Erſcheinungen im Weltall iſt. Wo der Widerſpruch ſich zeigt, liegt die Schuld entweder in der Hohlheit der Speculation oder in der Anmaßung der Empirie, welche mehr durch die Erfahrung erwieſen glaubt, als durch dieſelbe begründet ward.

Man mag nun die Natur dem Bereich des Geiſtigen entgegenſetzen, als wäre das Geiſtige nicht auch in dem Naturganzen enthalten: oder man mag die Natur der Kunſt entgegenſtellen, letztere in einem höheren Sinne als den Inbegriff aller geiſtigen Productionskraft der Menſchheit betrachtet; ſo müſſen dieſe Gegenſätze doch nicht auf eine ſolche Trennung des Phyſiſchen vom Intellectuellen führen, daß die Phyſik der Welt zu einer bloßen Anhäufung empiriſch geſammelter Einzelheiten herabſinke. Wiſſenſchaft fängt erſt an, wo der Geiſt ſich des Stoffes bemächtigt, wo verſucht wird die Maſſe der Erfahrungen einer Vernunft-Erkenntniß zu unterwerfen; ſie iſt der Geiſt, zugewandt zu der Natur. Die Außenwelt exiſtirt aber nur

für uns, indem wir ſie in uns aufnehmen, indem ſie ſich in uns zu einer Naturanſchauung geſtaltet. So geheimnißvoll unzertrennlich als Geiſt und Sprache, der Gedanke und das befruchtende Wort ſind: eben ſo ſchmilzt, uns ſelbſt gleichſam unbewußt, die Außenwelt mit dem Innerſten im Menſchen, mit dem Gedanken und der Empfindung zuſammen. „Die äußerlichen Erſcheinungen werden ſo“, wie Hegel ſich in der Philoſophie der Geſchichte ausdrückt, „in die innerliche Vorſtellung überſetzt“. Die objective Welt, von uns gedacht, in uns reflectirt, wird den ewigen, nothwendigen, alles bedingenden Formen unſerer geiſtigen Exiſtenz unterworfen. Die intellectuelle Thätigkeit übt ſich dann an dem durch die ſinnliche Wahrnehmung überkommenen Stoffe. Es iſt daher ſchon im Jugendalter der Menſchheit, in der einfachſten Betrachtung der Natur, in dem erſten Erkennen und Auffaſſen eine Anregung zu naturphiloſophiſchen Anſichten. Dieſe Anregung iſt verſchieden, mehr oder minder lebhaft, nach der Gemüthsſtimmung, der nationalen Individualität und dem Culturzuſtande der Völker. Eine Geiſtesarbeit beginnt, ſobald, von innerer Nothwendigkeit getrieben, das Denken den Stoff ſinnlicher Wahrnehmungen aufnimmt.

Die Geſchichte hat uns die vielfach gewagten Verſuche aufbewahrt, die Welt der phyſiſchen Erſcheinungen in ihrer Vielheit zu begreifen; eine einige, das ganze Univerſum durchdringende, bewegende, entmiſchende Weltkraft zu erkennen. Dieſe Verſuche ſteigen in der claſſiſchen Vorzeit zu den Phyſiologien und Urſtoff-Lehren der ioniſchen Schule hinauf: wo bei wenig ausgedehnter Empirie (bei einem dürftigen Material von Thatſachen) das ideelle

Beſtreben, die Natur=Erklärungen aus reiner Vernunft=Erkenntniß, vorherrſchten. Je mehr aber während einer glänzenden Erweiterung aller Naturwiſſenſchaften das Material des ſicheren empiriſchen Wiſſens anwuchs, deſto mehr erkaltete allmälig der Trieb, das Weſen der Erſcheinungen und ihre Einheit, als ein Naturganzes, durch Conſtruction der Begriffe aus der Vernunft=Erkenntniß abzuleiten. In der uns nahen Zeit hat der mathematiſche Theil der Naturphiloſophie ſich einer großen und herrlichen Ausbildung zu erfreuen gehabt. Die Methoden und das Inſtrument (die Analyſe) ſind gleichzeitig vervollkommnet worden. Was ſo auf vielfachen Wegen durch ſinnige Anwendung atomiſtiſcher Prämiſſen, durch allgemeineren und unmittelbareren Contact mit der Natur, durch das Hervorrufen und Ausbilden neuer Organe errungen worden iſt; ſoll: wie im Alterthume, ſo auch jetzt, ein gemeinſames Gut der Menſchheit, der freieſten Bearbeitung der Philoſophie in ihren wechſelnden Geſtaltungen nicht entzogen werden. Bisweilen iſt freilich die Unverſehrtheit des Stoffes in dieſer Bearbeitung einige Gefahr gelaufen; und in dem ſteten Wechſel ideeller Anſichten iſt es wenig zu verwundern, wenn, wie ſo ſchön im Bruno [12] geſagt wird, „viele die Philoſophie nur meteoriſcher Erſcheinungen fähig halten und daher auch die größeren Formen, in denen ſie ſich geoffenbart hat, das Schickſal der Cometen bei dem Volke theilen: daß ſie nicht zu den bleibenden und ewigen Werken der Natur, ſondern zu den vergänglichen Erſcheinungen feuriger Dünſte zählt."

Mißbrauch oder irrige Richtungen der Geiſtesarbeit müſſen aber nicht zu der, die Intelligenz entehrenden Anſicht führen, als ſei die Gedankenwelt, ihrer Natur nach,

die Region phantaſtiſcher Truggebilde; als ſei der ſo viele Jahrhunderte hindurch geſammelte überreiche Schatz empiriſcher Anſchauung von der Philoſophie, wie von einer feindlichen Macht, bedroht. Es geziemt nicht dem Geiſte unſerer Zeit, jede Verallgemeinerung der Begriffe, jeden, auf Induction und Analogien gegründeten Verſuch, tiefer in die Verkettung der Naturerſcheinungen einzudringen, als bodenloſe Hypotheſe zu verwerfen; und unter den edeln Anlagen, mit denen die Natur den Menſchen ausgeſtattet hat, bald die nach einem Cauſalzuſammenhang grübelnde Vernunft, bald die regſame, zu allem Entdecken und Schaffen nothwendige und anregende Einbildungskraft zu verdammen.

Anmerkungen.

[1] (S. 52.) Die Margarita philosophica des Priors der Karthauſe bei Freiburg, Gregorius Reiſch, erſchien zuerſt unter dem Titel Aepitome omnis Philosophiae, alias Margarita philosophica tractans de omni genere scibili. So die Heidelberger Ausgabe von 1486 und die Strasburger von 1504. In der Freiburger deſſelben Jahres und in den zwölf folgenden Editionen, welche in der kurzen Epoche bis 1535 erſchienen, blieb der erſte Theil des Titels weg. Das Werk hat einen großen Einfluß auf die Verbreitung mathematiſcher und phyſikaliſcher Kenntniſſe im Anfang des 16ten Jahrhunderts ausgeübt; und Chasles, der gelehrte Verfaſſer des Aperçu historique des méthodes en Géométrie (1837), hat gezeigt, wie wichtig die Reiſchiſche Encyclopädie für die Geſchichte der Mathematik des Mittelalters iſt. Ich habe mich bemüht, durch eine Stelle, die ſich in einer einzigen Ausgabe der Margarita philosophica (der von 1513) findet, die wichtigen Verhältniſſe des Geographen von St. Dié, Hylacomilus (Martin Waldſeemüller), der den Neuen Welttheil zuerſt (1507) Amerika genannt hat, zu Amerigo Vespucci, zu dem König Renatus von Jeruſalem, Herzog von Lothringen, und zu den berühmten Ausgaben des Ptolemäus von 1513 und 1522 zu entwirren. S. mein Examen critique de la Géographie du Nouveau Continent et des progrès de l'Astronomie nautique aux 15ème et 16ème siècles T. IV. p. 99—125.

[2] (S. 52.) Ampère, essai sur la Phil. des Sciences 1834 p. 25; Whewell, Induct. Phil. T. II. p. 277; Park, Pantology p. 87.

[3] (S. 52.) Alle Veränderungen im Zuſtande der Körperwelt werden auf Bewegung reducirt. Ariſtot. Phys. ausc. III, 1 und 4 p. 200 und 201 Bekker; VIII, 1, 8 und 9 p. 250, 262 und 265; de gener. et. corr. II, 10 p. 336; Pſeudo-Ariſtot. de Mundo cap. 6 p. 398.

[4] (S. 56.) Ueber die ſchon von Newton angeregte Frage von dem Unterſchiede der Maſſen-Anziehung und Molecular-Attraction

ſ. Laplace in der Exposition du Syst. du Monde p. 384 und in dem Supplément au Livre X. de la Mécanique cél. p. 3 und 4. (Kant, metaph. Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft, in ſeinen ſämmtl. Werken 1839 Bd. V. S. 309; Peclet, Physique 1838 T. I. p. 59—63.)

5 (S. 58.) Poiſſon in der Conn. des tems pour l'an 1836 p. 64—66; Beſſel in Poggend. Annalen der Phyſik Bd. XXV. S. 417; Encke in den Abhandlungen der Berliner Akademie aus dem J. 1826 S. 257; Mitſcherlich, Lehrbuch der Chemie 1837 Bd. I. S. 352.

6 (S. 59.) Vgl. Otfried Müller, Dorier Bd. I. S. 365.

7 (S. 60.) Geographia generalis in qua affectiones generales telluris explicantur. Die älteſte Amſterdamer (Elzeviriſche) Ausgabe iſt von 1650; die zweite (1672) und dritte (1681) wurden zu Cambridge von Newton beſorgt. Das überaus wichtige Werk des Varenius iſt im eigentlichen Sinne des Worts eine phyſiſche Erdbeſchreibung. Seit der vortrefflichen Naturbeſchreibung des Neuen Continents, die der Jeſuit Joſeph de Acoſta (Historia natural de las Indias 1590) entwarf, waren die telluriſchen Phänomene nie in ſolcher Allgemeinheit aufgefaßt worden. Acoſta iſt reicher an eigenen Beobachtungen; Varenius umfaßt einen größern Ideenkreis: da ihn ſein Aufenthalt in Holland, als dem Mittelpunkt eines großen Welthandels, in Berührung mit vielen wohlunterrichteten Reiſenden geſetzt hatte. „Generalis sive universalis Geographia dicitur, quae tellurem in genere considerat atque affectiones explicat, non habita particularium regionum ratione." Die allgemeine Erdbeſchreibung des Varenius (Pars absoluta cap. 1—22) iſt in ihrem ganzen Umfange eine vergleichende, wenn gleich der Verfaſſer das Wort Geographia comparativa (cap. 33—40) in einer viel eingeſchränkteren Bedeutung gebraucht. Merkwürdig ſind die Aufzählung der Gebirgsſyſteme und die Betrachtung der Verhältniſſe ihrer Richtungen zu der Geſtalt der ganzen Continente (p. 66—76 ed. Cantabr. 1681); die Liſte der brennenden und ausgebrannten Vulkane; die Zuſammenſtellung der Reſultate über die Vertheilung der Inſeln und Inſelgruppen (p. 220), über die Tiefe des Oceans in Vergleich mit der Höhe naher Küſten (p. 103), über den gleich hohen Stand der Oberfläche aller offenen Meere (p. 97), über die

Strömungen in ihrer Abhängigkeit von den herrſchenden Winden, die ungleiche Salzigkeit des Meeres und die Configuration der Küſten (p. 139), die Windrichtungen als Folge der Temperatur-Verſchiedenheit u. ſ. f. Auch die Betrachtungen über die allgemeine Aequinoctial-Strömung von Oſten nach Weſten als Urſache des, ſchon am Cap San Auguſtin anfangenden und zwiſchen Cuba und Florida ausbrechenden Golfſtromes (p. 140) ſind vortrefflich. Die Richtungen der Strömung längs der weſt-afrikaniſchen Küſte zwiſchen dem Grünen Vorgebirge und der Inſel Fernando Po im Golf von Guinea werden äußerſt genau beſchrieben. Die ſporadiſchen Inſeln hält Varenius für „gehobenen Meeresgrund“: magna spirituum inclusorum vi, sicut aliquando montes e terra protrusos esse quidam scribunt (p. 215). Die 1681 von Newton veranſtaltete Ausgabe (auctior et emendatior) enthält leider keine Zuſätze des großen Mannes. Der ſphäroidalen Geſtalt und Abplattung der Erde geſchieht nirgends Erwähnung, obgleich Richer's Pendel-Verſuche um 9 Jahre älter als die Ausgabe von Cambridge ſind; aber Newton's Principia mathematica Philosophiae naturalis wurden erſt im April 1686 der königlichen Societät zu London im Manuſcripte mitgetheilt. Es ſchwebt viel Ungewißheit über das Vaterland des Varenius. Nach Jöcher ward er in England, nach der Biographie Universelle (T. 47. p. 495) in Amſterdam geboren; aus der Zueignung der allgemeinen Geographie an die Bürgermeiſter dieſer Stadt iſt aber zu erſehen, daß beide Angaben gleich falſch ſind. Varenius ſagt ausdrücklich, er habe ſich nach Amſterdam geflüchtet, „da ſeine Vaterſtadt im langen Kriege eingeäſchert und gänzlich zerſtört worden ſei“. Dieſe Worte ſcheinen das nördliche Deutſchland und die Verheerungen des dreißigjährigen Krieges zu bezeichnen. Auch bemerkt Varenius in der Zueignung ſeiner Descriptio Regni Japoniae (Amst. 1649) an den Senat von Hamburg: daß er ſeine erſten mathematiſchen Studien auf dem Hamburger Gymnaſium gemacht habe. Es iſt wohl keinem Zweifel unterworfen, daß dieſer ſcharfſinnige Geograph ein Deutſcher und zwar ein Lüneburger war. (Witten, Mem. Theol. 1685 p. 2142; Zedler, Univerſal-Lexikon Th. XLVI. 1745 S. 187.)

8 (S. 60.) Carl Ritter's Erdkunde im Verhältniß zur Natur und zur Geſchichte des Menſchen, oder allgemeine vergleichende Geographie.

[9] (S. 62.) *Κόσμος* war in der älteſten und eigentlichen Bedeutung wohl nur Schmuck (Männer-, Frauen- oder Pferdeſchmuck); bildlich Ordnung, für *εὐταξία*, und Schmuck der Rede. Daß Pythagoras zuerſt das Wort für Weltordnung und Welt gebraucht, wird von den Alten einſtimmig verſichert. Da er ſelbſt nicht geſchrieben, ſo ſind die älteſten Beweisſtellen die Bruchſtücke des Philolaus (Stob. Eclog. p. 360 und 460 Heeren; Philolaos von Böckh S. 62 und 90). Wir führen nicht mit Näke den Timäus von Locri an, weil ſeine Aechtheit zu bezweifeln iſt. Plutarch (de plac. philos. II, 1) ſagt auf das beſtimmteſte, daß Pythagoras zuerſt den Inbegriff des Univerſums Kosmos nannte wegen der darin herrſchenden Ordnung. (Eben ſo Galen. Hist. phil. p. 429.) Das Wort ging in der neuen Bedeutung aus der philoſophiſchen Schule in die Sprache der Naturdichter und der Proſaiker über. Plato fährt fort die Weltkörper ſelbſt Uranos zu nennen; die Weltordnung iſt ihm aber auch Kosmos, und im Timäus (p. 30 B) heißt das Weltall ein mit Seele begabtes Thier (*κόσμον ζῶον ἔμψυχον*). Vergl. über den von allem Stoff geſonderten weltordnenden Geiſt Anaxag. Claz. ed. Schaubach p. 111 und Plut. de plac. phil. II, 3. Bei Ariſtoteles (de Coelo I, 9) iſt Kosmos „Welt und Weltordnung"; er wird aber auch betrachtet als räumlich zerfallend in die ſublunariſche Welt und die höhere, über dem Monde (Meteor. I. 2, 1 und I. 3, 13: p. 339, a und 340, b Bekk.). Die von mir oben im Text citirte Definition des Kosmos aus dem Pſeudo-Ariſtoteles de Mundo cap. 2 (p. 391) lautet alſo: *κόσμος ἐστὶ σύστημα ἐξ οὐρανοῦ καὶ γῆς καὶ τῶν ἐν τούτοις περιεχομένων φύσεων. λέγεται δὲ καὶ ἑτέρως κόσμος ἡ τῶν ὅλων τάξις τε καὶ διακόσμησις, ὑπό θεῶν τε καὶ διὰ θεῶν φυλαττομένη.* Die meiſten Stellen der griechiſchen Schriftſteller über Kosmos finde ich geſammelt 1) in der Streitſchrift von Richard Bentley gegen Charles Boyle (Opuscula philologica 1781 p. 347 und 445, Dissertation upon the Epistles of Phalaris 1817 p. 254) über die hiſtoriſche Exiſtenz des Zaleucus, Geſetzgebers von Locri; 2) in Näke's vortrefflichen Sched. crit. 1812 p. 9—15 und 3) in Theoph. Schmidt ad Cleom. cycl. theor. met. I, 1 (p. IX, 1 und 99). Kosmos wurde in engerer Bedeutung auch in der Mehrzahl (Plut. I, 5) gebraucht: indem entweder jeder Stern (Weltkörper)

ſo genannt wird (Stob. I p. 514; Plut. II, 13); oder in dem unendlichen Weltraume viele einzelne Weltſyſteme (Weltinſeln) angenommen werden, deren jedes eine Sonne und einen Mond hat (Anaxag. Claz. fragm. p. 89, 93 und 120; Brandis, Geſch. der Griechiſch-Römiſchen Philoſophie Th. I. S. 252). Da jede Gruppe dann ein Kosmos wird, ſo iſt das Weltall, τὸ πᾶν, ein höherer Begriff und von Kosmos verſchieden (Plut. II, 1). Für Erde wird das letzte Wort erſt lange nach der Zeit der Ptolemäer gebraucht. Böckh hat Inſchriften zum Lobe des Trajan und Hadrian bekannt gemacht (Corpus Inscr. Graec. T. I. nr. 334 und 1306), in denen κόσμος an die Stelle von οἰκουμένη tritt, ganz wie auch wir oft unter Welt die Erde allein verſtehen. Die ſonderbare, oben erwähnte Dreitheilung des Weltraumes in Olymp, Kosmos und Uranos (Stob. I p. 488, Philolaos S. 94—102) bezieht ſich auf die verſchiedenen Regionen, welche den Heerd des Weltalls, die pythagoreiſche Ἑστία τοῦ παντός, umgeben. Die innerſte Region zwiſchen Mond und Erde, das Gebiet des Veränderlichen, wird in dem Bruchſtücke Uranos genannt. Das mittlere Gebiet, das der unveränderlich wohlgeordnet kreiſenden Planeten, heißt nach einer ſehr particulären Weltanſicht ausſchließlich Kosmos. Die äußerſte Region, eine feurige, iſt der Olymp. „Wenn man", bemerkt der tiefe Forſcher der Sprachverwandtſchaften, Bopp, „κόσμος von der Sanskrit-Wurzel *śudh*, purificari, ableitet, wie ſchon Pott gethan (etymol. Forſchungen Th. I. S. 39 und 252); ſo hat man in lautlicher Beziehung zu betrachten: 1) daß das griechiſche κ (in κόσμος) aus dem palatalen s, das Bopp durch ś und Pott durch ç ausdrücken, hervorgegangen iſt: wie δέκα, decem, gothiſch taihun, aus dem indiſchen daśan; 2) daß das indiſche dh regelmäßig (vergleichende Gramm. § 99) dem griechiſchen ϑ entſpricht: woraus das Verhältniß von κόσμος (für κόϑμος) zur Skr. Wurzel śudh, wovon auch καϑαρός, klar wird. Ein anderer indiſcher Ausdruck für Welt iſt dschagat, was eigentlich das Gehende bedeutet, als Participium von dschagâmi, ich gehe (aus der Wurzel gâ)." In dem inneren Kreiſe des helleniſchen Sprachzuſammenhanges knüpft ſich nach dem Etym. M. p. 532, 12 κόσμος zunächſt an κάζω oder vielmehr καίνυμαι (wovon κεκασμένος oder κεκαδμένος) an. Hiermit verbindet Welcker (eine kretiſche Col. in Theben S. 23)

auch den Namen Κάδμος, wie bei dem Heſychius κάδμος eine kretiſche Waffenrüſtung bedeutet. — Die Römer haben, bei Einführung der philoſophiſchen Kunſtſprache der Griechen, ganz wie dieſe, das, mit κόσμος (Frauenſchmuck) urſprünglich gleichbedeutende Wort mundus zur Welt und zum Weltall umgeſtempelt. Ennius ſcheint zuerſt dieſe Neuerung gewagt zu haben; er ſagt nach einem Fragmente, das uns Macrobius (Sat. VI, 2) in ſeinem Hader mit Virgil aufbewahrt hat: „Mundus coeli vastus constitit silentio“, wie Cicero: „quem nos lucentem mundum vocamus“ (Timaeus s. de univ. cap. 10). Die Sanskrit-Wurzel mand, von der Pott (etym. Forſch. Th. I. S. 240) das lateiniſche mundus ableitet, vereinigt beide Bedeutungen von glänzen und ſchmücken. Lôka iſt im Sanskrit Welt und Menſchen, wie das franzöſiſche monde, und ſtammt nach Bopp von lôk, ſehen und leuchten, her; auf ähnliche Weiſe bedeutet das ſlaviſche swjet (Grimm, deutſche Gramm. Bd. III. S. 394) Licht und Welt. Das letztgenannte Wort, deſſen wir uns heute bedienen: althochdeutſch wëralt, altſächſiſch worold, angelſächſiſch vëruld; bezeichnet nach Jacob Grimm urſprünglich bloß „den Zeitbegriff, saeculum (Menſchenalter), nicht den räumlichen mundus“. Bei den Tuſkern war der offene mundus ein umgekehrtes Gewölbe, das ſeine Kuppel nach unten, gegen die Unterwelt hin, kehrte und dem oberen Himmelsgewölbe nachgebildet war (Otfr. Müller, Etrusker Th. II. S. 96, 98 und 143). Die Welt im engeren telluriſchen Sinne erſcheint im Gothiſchen als der vom Meer (marei, meri) umgürtete Erdkreis, als merigard, ein Meergarten.

10 (S. 63.) Ueber den Ennius ſ. die ſcharfſinnigen Unterſuchungen von Leopold Krahner in deſſen Grundlinien zur Geſchichte des Verfalls der römiſchen Staats-Religion 1837 S. 41—45. Wahrſcheinlich ſchöpfte Ennius nicht aus den Epicharmiſchen Stücken ſelbſt, ſondern aus Gedichten, die unter dem Namen des Epicharmus und im Sinne ſeines Syſtems geſchrieben waren.

11 (S. 64.) Gell. Noct. att. V, 18.

12 (S. 71.) Schelling's Bruno über das göttliche und natürliche Princip der Dinge S. 181.

Naturgemälde.

Allgemeine Ueberſicht der Erſcheinungen.

Wenn der menſchliche Geiſt ſich erkühnt die Materie, d. h. die Welt phyſiſcher Erſcheinungen zu beherrſchen; wenn er bei denkender Betrachtung des Seienden die reiche Fülle des Naturlebens, das Walten der freien und der gebundenen Kräfte zu durchdringen ſtrebt: ſo fühlt er ſich zu einer Höhe gehoben, von der herab, bei weit hinſchwindendem Horizonte, ihm das Einzelne nur gruppenweiſe vertheilt, wie umfloſſen von leichtem Dufte erſcheint. Dieſer bildliche Ausdruck iſt gewählt, um den Standpunkt zu bezeichnen, aus dem wir hier verſuchen das Univerſum zu betrachten und in ſeinen beiden Sphären, der himmliſchen und der irdiſchen, anſchaulich darzuſtellen. Das Gewagte eines ſolchen Unternehmens habe ich nicht verkannt. Unter allen Formen der Darſtellung, denen dieſe Blätter gewidmet ſind, iſt der Entwurf eines allgemeinen Naturgemäldes um ſo ſchwieriger, als wir der Entfaltung geſtaltenreicher Mannigfaltigkeit nicht unterliegen, und nur bei großen, in der Wirklichkeit oder in dem ſubjectiven Ideenkreiſe

geſchiedenen Maſſen verweilen ſollen. Durch Trennung und Unterordnung der Erſcheinungen, durch ahndungsvolles Eindringen in das Spiel dunkel waltender Mächte, durch eine Lebendigkeit des Ausdrucks, in dem die ſinnliche Anſchauung ſich naturwahr ſpiegelt, können wir verſuchen das All (τὸ πᾶν) zu umfaſſen und zu beſchreiben, wie es die Würde des großartigen Wortes Kosmos: als Univerſum, als Weltordnung, als Schmuck des Geordneten, erheiſcht. Möge dann die unermeßliche Verſchiedenartigkeit der Elemente, die in ein Naturbild ſich zuſammendrängen, dem harmoniſchen Eindruck von Ruhe und Einheit nicht ſchaden, welcher der letzte Zweck einer jeden litterariſchen oder rein künſtleriſchen Compoſition iſt.

Wir beginnen mit den Tiefen des Weltraums und der Region der fernſten Nebelflecke: ſtufenweiſe herabſteigend durch die Sternſchicht, der unſer Sonnenſyſtem angehört, zu dem luft- und meerumfloſſenen Erdſphäroid, ſeiner Geſtaltung, Temperatur und magnetiſchen Spannung; zu der Lebensfülle, welche, vom Lichte angeregt, ſich an ſeiner Oberfläche entfaltet. So umfaßt ein Weltgemälde in wenigen Zügen die ungemeſſenen Himmelsräume, wie die microſcopiſchen kleinen Organismen des Thier- und Pflanzenreichs, welche unſere ſtehenden Gewäſſer und die verwitternde Rinde der Felſen bewohnen. Alles Wahrnehmbare, das ein ſtrenges Studium der Natur nach jeglicher Richtung bis zur jetzigen Zeit erforſcht hat, bildet das Material, nach welchem die Darſtellung zu entwerfen iſt; es enthält in ſich das Zeugniß ihrer Wahrheit und Treue. Ein beſchreibendes Naturgemälde, wie wir es in dieſen Prolegomenen aufſtellen, ſoll aber nicht bloß dem Einzelnen nachſpüren;

es bedarf nicht zu ſeiner Vollſtändigkeit der Aufzählung aller Lebensgeſtalten, aller Naturdinge und Naturproceſſe. Der Tendenz endloſer Zerſplitterung des Erkannten und Geſammelten widerſtrebend, ſoll der ordnende Denker trachten der Gefahr der empiriſchen Fülle zu entgehn. Ein anſehnlicher Theil der qualitativen Kräfte der Materie oder, um naturphiloſophiſcher zu reden, ihrer qualitativen Kraftäußerungen iſt gewiß noch unentdeckt. Das Auffinden der Einheit in der Totalität bleibt daher ſchon deshalb unvollſtändig. Neben der Freude an der errungenen Erkenntniß liegt, wie mit Wehmuth gemiſcht, in dem aufſtrebenden, von der Gegenwart unbefriedigten Geiſte die Sehnſucht nach noch nicht aufgeſchloſſenen, unbekannten Regionen des Wiſſens. Eine ſolche Sehnſucht knüpft feſter das Band, welches, nach alten, das Innerſte der Gedankenwelt beherrſchenden Geſetzen, alles Sinnliche an das Unſinnliche kettet; ſie belebt den Verkehr zwiſchen dem, „was das Gemüth von der Welt erfaßt, und dem, was es aus ſeinen Tiefen zurückgiebt".

Iſt demnach die Natur (Inbegriff der Naturdinge und Naturerſcheinungen), ihrem Umfang und Inhalte nach, ein Unendliches; ſo iſt ſie auch für die intellectuellen Anlagen der Menſchheit ein nicht zu faſſendes, und in allgemeiner urſachlicher Erkenntniß von dem Zuſammenwirken aller Kräfte ein unauflösbares Problem. Ein ſolches Bekenntniß geziemt da, wo das Sein und Werden nur der unmittelbaren Forſchung unterworfen bleibt, wo man den empiriſchen Weg und eine ſtrenge inductoriſche Methode nicht zu verlaſſen wagt. Wenn aber auch das ewige Streben, die Totalität zu umfaſſen, unbefriedigt bleibt, ſo lehrt uns

dagegen die *Geſchichte der Weltanſchauung*, welche einem anderen Theile dieſer Prolegomenen vorbehalten bleibt, wie in dem Lauf der Jahrhunderte die Menſchheit zu einer *partiellen Einſicht* in die relative Abhängigkeit der Erſcheinungen allmälig gelangt iſt. Meine Pflicht iſt es, das gleichzeitig Erkannte nach dem Maaß und in den Schranken der Gegenwart überſichtlich zu ſchildern. Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume ſind *mittlere Zahlenwerthe* der letzte Zweck, ja der Ausdruck phyſiſcher Geſetze; ſie zeigen uns das Stetige in dem Wechſel und in der Flucht der Erſcheinungen; ſo iſt z. B. der Fortſchritt der neueren meſſenden und wägenden Phyſik vorzugsweiſe nach Erlangung und Berichtigung der mittleren Werthe gewiſſer Größen bezeichnet: ſo treten wiederum, wie einſt in der italiſchen Schule, doch in erweitertem Sinne, die einzigen in unſrer Schrift übrig gebliebenen und weit verbreiteten hieroglyphiſchen Zeichen, die *Zahlen*, als Mächte des Kosmos auf.

Den ernſten Forſcher erfreut die Einfachheit numeriſcher Verhältniſſe, durch welche die Dimenſionen der Himmelsräume, die Größe der Weltkörper und ihre periodiſche Störungen, die dreifachen Elemente des Erd-Magnetismus, der mittlere Druck des Luftmeeres, und die Menge der Wärme bezeichnet werden, welche die Sonne in jedem Jahre und in jedem Theile des Jahres über die einzelnen Punkte der feſten oder flüſſigen Oberfläche unſers Planeten ergießt. Unbefriedigter bleibt der Naturdichter, unbefriedigt der Sinn der neugierigen Menge. Beiden erſcheint heute die Wiſſenſchaft wie verödet, da ſie viele der Fragen mit Zweifel oder gar als unauflöslich zurückweiſt, die man ehemals beantworten zu

können wähnte. In ihrer ſtrengeren Form, in ihrem engeren Gewande iſt ſie der verführeriſchen Anmuth beraubt, durch welche früher eine dogmatiſche und ſymboliſirende Phyſik die Vernunft zu täuſchen, die Einbildungskraft zu beſchäftigen wußte. Lange vor der Entdeckung der Neuen Welt glaubte man, von den canariſchen Inſeln oder den Azoren aus, Länder im Weſten zu ſehen. Es waren Trugbilder: nicht durch eine ungewöhnliche Brechung der Lichtſtrahlen, nur durch Sehnſucht nach der Ferne, nach dem Jenſeitigen erzeugt. Solchen Reiz täuſchender Luftgebilde bot die Naturphiloſophie der Griechen, die Phyſik des Mittelalters, und ſelbſt die der ſpäteren Jahrhunderte, in reichem Maaße dar. An der Grenze des beſchränkten Wiſſens, wie von einem hohen Inſelufer aus, ſchweift gern der Blick in ferne Regionen. Der Glaube an das Ungewöhnliche und Wundervolle giebt beſtimmte Umriſſe jedem Erzeugniß idealer Schöpfung; und das Gebiet der Phantaſie, ein Wunderland kosmologiſcher, geognoſtiſcher und magnetiſcher Träume, wird unaufhaltſam mit dem Gebiete der Wirklichkeit verſchmolzen.

Natur, in der vielfachen Deutung des Wortes: bald als Totalität des Seienden und Werdenden, bald als innere, bewegende Kraft, bald als das geheimnißvolle Urbild aller Erſcheinungen aufgefaßt; offenbart ſich dem einfachen Sinn und Gefühle des Menſchen vorzugsweiſe als etwas Irdiſches, ihm näher Verwandtes. Erſt in den Lebenskreiſen der organiſchen Bildung erkennen wir recht eigentlich unſere Heimath. Wo der Erde Schooß ihre Blüthen und Früchte entfaltet, wo er die zahlloſen Geſchlechter der Thiere nährt, da tritt das Bild der Natur lebendiger vor unſre Seele. Es iſt zunächſt auf das Telluriſche beſchränkt; der glanzvolle

Sternenteppich, die weiten Himmelsräume gehören einem Weltgemälde an, in welchem die Größe der Maſſen, die Zahl zuſammengedrängter Sonnen oder aufdämmernder Lichtnebel unſere Bewunderung und unſer Staunen erregen; dem wir uns aber, bei ſcheinbarer Verödung, bei völligem Mangel an dem unmittelbaren Eindruck eines organiſchen Lebens, wie entfremdet fühlen. So ſind denn auch nach den früheſten phyſikaliſchen Anſichten der Menſchheit Himmel und Erde, räumlich ein Oben und Unten, von einander getrennt geblieben. Sollte demnach ein Naturbild bloß den Bedürfniſſen ſinnlicher Anſchauung entſprechen, ſo müßte es mit der Beſchreibung des heimiſchen Bodens beginnen. Es ſchilderte zuerſt den Erdkörper in ſeiner Größe und Form, in ſeiner, mit der Tiefe zunehmenden Dichtigkeit und Wärme, in ſeinen über einander gelagerten, ſtarren und flüſſigen Schichten; es ſchilderte die Scheidung von Meer und Land, das Leben, das in beiden als zelliges Gewebe der Pflanzen und Thiere ſich entwickelt; den wogenden, ſtromreichen Luft-Ocean, von deſſen Boden waldgekrönte Bergketten wie Klippen und Untiefen aufſteigen. Nach dieſer Schilderung der rein telluriſchen Verhältniſſe erhöbe ſich der Blick zu den Himmelsräumen; die Erde, der uns wohlbekannte Sitz organiſcher Geſtaltungs-Proceſſe, würde nun als Planet betrachtet. Er träte in die Reihe der Weltkörper, die um einen der zahlloſen ſelbſtleuchtenden Sterne kreiſen. Dieſe Folge der Ideen bezeichnet den Weg der erſten ſinnlichen Anſchauungsweiſe: ſie mahnt faſt noch an die alte „meerumfloſſene Erdſcheibe“, welche den Himmel trug; ſie geht von dem Standort der Wahrnehmung, von dem Bekannten und Nahen zum Unbekannten und Fernen über. Sie entſpricht der in

mathematiſcher Hinſicht zu empfehlenden Methode unſrer aſtronomiſchen Lehrbücher, welche von den ſcheinbaren Bewegungen der Himmelskörper zu den wirklichen übergeht.

In einem Werke aber, welches das bereits Erkannte, ſelbſt das, was in dem dermaligen Zuſtande unſeres Wiſſens für gewiß oder nach verſchiedenen Abſtufungen für wahrſcheinlich gehalten wird, aufzählen; nicht die Beweiſe liefern ſoll, welche die erzielten Reſultate begründen: iſt ein anderer Ideengang vorzuziehen. Hier wird nicht mehr von dem ſubjectiven Standpunkte, von dem menſchlichen Intereſſe ausgegangen. Das Irdiſche darf nur als ein Theil des Ganzen, als dieſem untergeordnet erſcheinen. Die Natur-Anſicht ſoll allgemein, ſie ſoll groß und frei; nicht durch Motive der Nähe, des gemüthlicheren Antheils, der relativen Nützlichkeit beengt ſein. Eine phyſiſche Weltbeſchreibung, ein Weltgemälde beginnt daher nicht mit dem Telluriſchen: ſie beginnt mit dem, was die Himmelsräume erfüllt. Aber indem ſich die Sphären der Anſchauung räumlich verengen, vermehrt ſich der individuelle Reichthum des Unterſcheidbaren, die Fülle phyſiſcher Erſcheinungen, die Kenntniß der qualitativen Heterogeneität der Stoffe. Aus den Regionen, in denen wir nur die Herrſchaft der Gravitations-Geſetze erkennen, ſteigen wir dann zu unſerem Planeten, zu dem verwickelten Spiel der Kräfte im Erdenleben herab. Die hier geſchilderte naturbeſchreibende Methode iſt der, welche Reſultate begründet, entgegengeſetzt. Die eine zählt auf, was auf dem anderen Wege erwieſen worden iſt.

Durch Organe nimmt der Menſch die Außenwelt in ſich auf. Lichterſcheinungen verkünden uns das Daſein der Materie in den fernſten Himmelsräumen. Das Auge iſt

das Organ der Weltanſchauung. Die Erfindung des teleſcopiſchen Sehens hat ſeit drittehalb Jahrhunderten den ſpäteren Generationen eine Macht verliehen, deren Grenze noch nicht erreicht iſt. Die erſte und allgemeinſte Betrachtung im Kosmos iſt die des Inhalts der Welträume, die Betrachtung der Vertheilung der Materie: des Geſchaffenen, wie man gewöhnlich das Seiende und Werdende zu nennen pflegt. Wir ſehen die Materie theils zu rotirenden und kreiſenden Weltkörpern von ſehr verſchiedener Dichtigkeit und Größe geballt, theils ſelbſtleuchtend dunſtförmig als Lichtnebel zerſtreut. Betrachten wir zuerſt die Nebelflecke, den in beſtimmte Formen geſchiedenen Weltdunſt, ſo ſcheint derſelbe in ſteter Veränderung ſeines Aggregat-Zuſtandes begriffen. Er tritt auf, ſcheinbar in kleinen Dimenſionen: als runde oder elliptiſche Scheibe, einfach oder gepaart, bisweilen durch einen Lichtfaden verbunden; bei größerem Durchmeſſer iſt er vielgeſtaltet, langgeſtreckt, oder in mehrere Zweige auslaufend, als Fächer oder ſcharf begrenzter Ring mit dunklem Inneren. Man glaubt dieſe Nebelflecke mannigfaltigen, fortſchreitenden Geſtaltungs-Proceſſen unterworfen, je nachdem ſich in ihnen der Weltdunſt um einen oder um mehrere Kerne nach Attractions-Geſetzen verdichtet. Faſt drittehalb-tauſend ſolcher unauflöslichen Nebelflecke, in denen die mächtigſten Fernröhre keine Sterne unterſcheiden, ſind bereits aufgezählt und in ihrer örtlichen Lage beſtimmt worden.

Die genetiſche Entwickelung, die perpetuirliche Fortbildung, in welcher dieſer Theil der Himmelsräume begriffen ſcheint, hat denkende Beobachter auf die Analogie organiſcher Erſcheinungen geleitet. Wie wir in unſern Wäldern

dieſelbe Baumart gleichzeitig in allen Stufen des Wachsthums ſehen, und aus dieſem Anblick, aus dieſer Coexiſtenz den Eindruck fortſchreitender Lebens=Entwicklung ſchöpfen, ſo erkennen wir auch in dem großen Weltgarten die verſchiedenſten Stadien allmäliger Sternbildung. Der Proceß der Verdichtung, den Anaximenes und die ganze ioniſche Schule lehrte, ſcheint hier gleichſam unter unſern Augen vorzugehen. Dieſer Gegenſtand des Forſchens und Ahndens iſt vorzugsweiſe anziehend für die Einbildungskraft. Was in den Kreiſen des Lebens und aller inneren treibenden Kräfte des Weltalls ſo unausſprechlich feſſelt, iſt minder noch die Erkenntniß des Seins als die des Werdens: ſei dies Werden auch nur (denn vom eigentlichen Schaffen als einer Thathandlung, vom Entſtehen, als „Anfang des Seins nach dem Nichtſein", haben wir weder Begriff noch Erfahrung) ein neuer Zuſtand des ſchon materiell Vorhandenen.

Nicht bloß durch Vergleichung der verſchiedenen Entwicklungs=Momente, in denen ſich die gegen ihr Inneres mehr oder minder verdichteten Nebelflecke zeigen: auch durch unmittelbare auf einander folgende Beobachtungen hat man geglaubt, zuerſt in der Andromeda, ſpäter im Schiffe Argo und in dem iſolirten faſerigen Theile des Orion=Nebels wirkliche Geſtalt=Veränderungen zu bemerken. Ungleichheit der Lichtſtärke in den angewandten Inſtrumenten, verſchiedene Zuſtände unſeres Luftkreiſes, und andere optiſche Verhältniſſe machen freilich einen Theil der Reſultate als wahrhaft hiſtoriſche Ergebniſſe zweifelhaft.

Mit den eigentlichen vielgeſtalteten Nebelflecken, deren einzelne Theile einen ungleichen Glanz haben und

die mit abnehmendem Umfang ſich vielleicht zuletzt in Sterne concentriren; mit ſogenannten planetariſchen Nebeln, deren runde, etwas eiförmige Scheiben in allen Theilen eine völlig gleiche milde Intenſität des Lichtes zeigen: ſind nicht die Nebelſterne zu verwechſeln. Hier projiciren ſich nicht etwa zufällig Sterne auf fernem nebligem Grunde; nein, die dunſtförmige Materie, der Lichtnebel bildet Eine Maſſe mit dem von ihm umgebenen Geſtirn. Bei der oft ſehr beträchtlichen Größe ihres ſcheinbaren Durchmeſſers und der Ferne, in der ſie aufglimmen, müſſen beide, die planetariſchen Nebelflecke ſowohl als die Nebelſterne, ungeheure Dimenſionen haben. Neue und ſcharfſinnige Betrachtungen [1] über den ſehr verſchiedenen Einfluß der Entfernung auf die Intenſität des Lichtes einer Scheibe von meßbarem Durchmeſſer oder eines einzelnen ſelbſtleuchtenden Punktes machen es nicht unwahrſcheinlich, daß die planetariſchen Nebelflecke ſehr ferne Nebelſterne ſind, in denen der Unterſchied zwiſchen dem Centralſterne und der ihn umgebenden Dunſthülle ſelbſt für unſer teleſcopiſches Sehen verſchwunden iſt.

Die prachtvollen Zonen des ſüdlichen Himmels zwiſchen den Parallelkreiſen von 50° und 80° ſind beſonders reich an Nebelſternen und zuſammengedrängten, nicht aufzulöſenden Nebelflecken. Von den zwei Magelhaniſchen Wolken, die um den ſternleeren, verödeten Südpol kreiſen, erſcheint beſonders die größere, nach den neueſten Unterſuchungen [2], „als ein wunderſames Gemenge von Sternſchwärmen, von theils kugelförmigen Haufen von Nebelſternen verſchiedener Größe, und von unauflöslichen Nebelflecken, die, eine allgemeine Helligkeit des Geſichtsfeldes hervorbringend,

wie den Hintergrund des Bildes darſtellen.“ Der Anblick dieſer Wolken, des lichtſtrahlenden Schiffes Argo, der Milchſtraße zwiſchen dem Scorpion, dem Centaur und dem Kreuze, ja die landſchaftliche Anmuth des ganzen ſüdlichen Himmels haben mir einen unvergeßlichen Eindruck zurückgelaſſen. Das Zodiacallicht, das pyramidenförmig aufſteigt (ebenfalls in ſeinem milden Glanze der ewige Schmuck der Tropennächte), iſt entweder ein großer zwiſchen der Erde und Mars rotirender Nebelring oder, doch mit minderer Wahrſcheinlichkeit, die äußerſte Schicht der Sonnen-Atmoſphäre ſelbſt. Außer dieſen Lichtwolken und Nebeln von beſtimmter Form verkündigen noch genaue und immer mit einander übereinſtimmende Beobachtungen die Exiſtenz und die allgemeine Verbreitung einer wahrſcheinlich nicht ſelbſt leuchtenden, unendlich fein zertheilten Materie, welche, Widerſtand leiſtend, in dem Encke'ſchen und vielleicht auch in dem Biela'ſchen Cometen durch Verminderung der Excentricität und Verkürzung der Umlaufszeit ſich offenbart. Dieſe hemmende ätheriſche und kosmiſche Materie kann als bewegt, trotz ihrer urſprünglichen Tenuität als gravitirend, in der Nähe des großen Sonnenkörpers verdichtet, ja ſeit Myriaden von Jahren, durch ausſtrömenden Dunſt der Cometenſchweife, als vermehrt gedacht werden.

Gehen wir nun von der dunſtartigen Materie des unermeßlichen Himmelsraumes (*οὐρανοῦ χόρτος*[3]), wie ſie bald formlos zerſtreut und unbegrenzt, ein kosmiſcher Welt-Aether, bald in Nebelflecke verdichtet iſt, zu dem geballten, ſtarren Theile des Univerſums über; ſo nähern wir uns einer Claſſe von Erſcheinungen, die ausſchließlich mit dem Namen der Geſtirne oder der Sternenwelt bezeichnet

wird. Auch hier ſind die Grade der Starrheit oder Dichtigkeit der geballten Materie verſchieden. Unſer eigenes Sonnenſyſtem bietet alle Stufen mittlerer Dichtigkeit (des Verhältniſſes des Volums zur Maſſe) dar. Wenn man die Planeten von Merkur bis Mars mit der Sonne und mit Jupiter, und dann dieſe letzteren zwei Geſtirne mit dem noch undichteren Saturn vergleicht; ſo gelangt man, in abſteigender Stufenleiter, um an irdiſche Stoffe zu erinnern, von der Dichtigkeit des Antimon-Metalles zu der des Honigs, des Waſſers und des Tannenholzes. In den Cometen, die den zahlreichſten Theil der individualiſirten Naturformen unſers Sonnenſyſtems ausmachen, läßt ſelbſt noch der concentrirtere Theil, welchen wir den Kopf oder Kern zu nennen pflegen, das Sternenlicht ungebrochen durch. Die Maſſe der Cometen erreicht vielleicht nie den fünftauſendſten Theil der Erdmaſſe. So verſchiedenartig zeigen ſich die Geſtaltungs-Proceſſe in dem urſprünglichen und vielleicht fortſchreitenden Ballen der Materie. Von dem Allgemeinſten ausgehend, war es vorzugsweiſe nöthig hier dieſe Verſchiedenartigkeit zu bezeichnen: nicht als ein Mögliches, ſondern als ein Wirkliches, im Weltraume Gegebenes.

Was Wright, Kant und Lambert, nach Vernunftſchlüſſen, von der allgemeinen Anordnung des Weltgebäudes, von der räumlichen Vertheilung der Materie geahndet, iſt durch Sir William Herſchel auf dem ſichreren Wege der Beobachtung und der Meſſung ergründet worden. Der große, begeiſterte und doch ſo vorſichtig forſchende Mann hat zuerſt das Senkblei in die Tiefen des Himmels geworfen, um die Grenzen und die Form der abgeſonderten

Sternſchicht zu beſtimmen, die wir bewohnen; er hat zuerſt gewagt die Verhältniſſe der Lage und des Abſtandes ferner Nebelflecke zu unſerer Sternſchicht aufzuklären. Wilhelm Herſchel hat (ſo ſagt die ſchöne Grabſchrift zu Upton) die Schranken des Himmels durchbrochen (caelorum perrupit claustra); wie Columbus, iſt er vorgedrungen in ein unbekanntes Weltenmeer, Küſten und Inſelgruppen erblickend, deren letzte wahre Ortsbeſtimmung kommenden Jahrhunderten vorbehalten bleibt.

Betrachtungen über die verſchiedene Lichtſtärke der Sterne und über ihre relative Zahl, d. i. über die numeriſche Seltenheit oder Anhäufung in gleich großen Feldern der Fernröhre, haben auf die Annahme ungleicher Entfernung und räumlicher Vertheilung in den durch ſie gebildeten Schichten geleitet. Solche Annahmen, in ſo fern ſie zu einer Begrenzung der einzelnen Theile des Weltbaus führen ſollen, können allerdings nicht denſelben Grad mathematiſcher Gewißheit darbieten, der in allem erreicht wird, was unſer Sonnenſyſtem, was das Kreiſen der Doppelſterne mit ungleicher Geſchwindigkeit um einen gemeinſamen Schwerpunkt, was die ſcheinbare oder wirkliche Bewegung aller Geſtirne betrifft. Man würde geneigt ſein die phyſiſche Weltbeſchreibung, wenn ſie von den fernſten Nebelflecken anhebt, mit dem mythiſchen Theile der Weltgeſchichte zu vergleichen. Beide Disciplinen beginnen im Dämmerlichte der Vorzeit, wie des unerreichbaren Raumes; und wo die Wirklichkeit zu entſchwinden droht, iſt die Phantaſie zwiefach angeregt, aus eigener Fülle zu ſchöpfen und den unbeſtimmten, wechſelnden Geſtalten Umriß und Dauer zu geben.

Vergleicht man den Weltraum mit einem der inſelreichen Meere unſeres Planeten, ſo kann man ſich die Materie gruppenweiſe vertheilt denken: bald in unauflösliche Nebelflecke von verſchiedenem Alter, um einen oder um mehrere Kerne verdichtet; bald ſchon in Sternhaufen oder iſolirte Sporaden geballt. Unſer Sternhaufen: die Weltinſel, zu der wir gehören, bildet eine linſenförmig abgeplattete, überall abgeſonderte Schicht, deren große Axe zu ſieben- bis achthundert, die kleine zu hundert und fünfzig Siriusweiten geſchätzt wird. In der Vorausſetzung daß die Parallaxe des Sirius nicht größer iſt als die genau beſtimmte des glänzendſten Sternes im Centaur (0″,9128), durchläuft das Licht eine Siriusweite in drei Jahren: während aus Beſſel's vortrefflicher früheren Arbeit [4] über die Parallaxe des merkwürdigen 61ten Sternes im Schwan (0″,3483), deſſen beträchtliche eigene Bewegung auf eine große Nähe hätte ſchließen laſſen, folgt, daß von dieſem Sterne das Licht zu uns erſt in 9¼ Jahren gelangt. Unſere Sternſchicht, eine Scheibe von geringer Dicke, iſt zu einem Drittel in zwei Arme getheilt; man glaubt, wir ſtehen dieſer Theilung nahe, ja der Gegend des Sirius näher als dem Sternbild des Adlers: faſt in der Mitte der körperlichen Ausdehnung der Schicht, ihrer Dicke oder kleinen Axe nach.

Dieſer Ort unſres Sonnenſyſtems und die Geſtaltung der ganzen Linſe ſind aus Stern-Aichungen, d. h. aus jenen Sternzählungen geſchloſſen, deren ich oben bereits erwähnte und die ſich auf gleich große Abtheilungen des teleſcopiſchen Geſichtsfeldes beziehn. Die zu- und abnehmende Sternmenge mißt die Tiefe der Schicht nach verſchiedenen Richtungen hin. So geben die Aichungen die

Länge der Viſionsradien: gleichſam die jedesmalige Länge des ausgeworfenen Senkbleies, wenn daſſelbe den Boden der Sternſchicht oder richtiger geſprochen, da hier kein oben und unten iſt, die äußere Begrenzung erreichen ſoll. Das Auge ſieht in der Richtung der Längen-Axe, da wo die meiſten Sterne hinter einander liegen, die letzteren dicht zuſammengedrängt, wie durch einen milchfarbenen Schimmer (Lichtdunſt) vereinigt; und an dem ſcheinbaren Himmelsgewölbe, in einem daſſelbe ganz umziehenden Gürtel, perſpectiviſch dargeſtellt. Der ſchmale und in Zweige getheilte Gürtel, von prachtvollem, doch ungleichem und durch dunklere Stellen unterbrochenem Lichtglanze, weicht an der hohlen Sphäre nur um wenige Grade von einem größten Kreiſe ab, weil wir uns nahe bei der Mitte des ganzen Sternhaufens und faſt in der Ebene ſelbſt der Milchſtraße befinden. Stände unſer Planetenſyſtem fern außerhalb des Sternhaufens, ſo würde die Milchſtraße dem bewaffneten Auge als ein Ring und, in noch größerer Ferne, als ein auflöslicher, ſcheibenförmiger Nebelfleck erſcheinen.

Unter den vielen ſelbſtleuchtenden, ihren Ort verändernden Sonnen (irrthümlich ſogenannten Fixſternen), welche unſere Weltinſel bilden, iſt unſere Sonne die einzige, die wir als Centralkörper durch wirkliche Beobachtung in dem Verhältniß zu der von ihr unmittelbar abhängigen, um ſie kreiſenden geballten Materie (in mannigfacher Form von Planeten, Cometen und aërolithenartigen Aſteroiden) kennen. In den vielfachen Sternen (Doppelſonnen oder Doppelſternen), ſo weit ſie bisher ergründet ſind, herrſcht nicht dieſelbe planetariſche Abhängigkeit der relativen Bewegung und Erleuchtung, welche unſer Sonnen-

ſyſtem charakteriſirt. Zwei oder mehrere ſelbſtleuchtende Geſtirne, deren Planeten und Monde (falls ſie vorhanden ſind) unſrer jetzigen teleſcopiſchen Sehkraft entgehen, kreiſen allerdings auch hier um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt; aber dieſer Schwerpunkt fällt in einen vielleicht mit ungeballter Materie (Weltdunſt) ausgefüllten Raum, während derſelbe bei unſerer Sonne oft in der innerſten Begrenzung eines ſichtbaren Centralkörpers enthalten iſt. Wenn man Sonne und Erde oder Erde und Mond als Doppelſterne, unſer ganzes planetariſches Sonnenſyſtem als eine vielfache Sterngruppe betrachtet, ſo erſtreckt ſich die Analogie, welche eine ſolche Benennung hervorruft, nur auf die, Attractions-Syſtemen verſchiedener Ordnung zukommenden, von den Lichtproceſſen und der Art der Erleuchtung ganz unabhängigen Bewegungen.

Bei dieſer Verallgemeinerung kosmiſcher Anſichten, welche dem Entwurf eines Natur- oder Weltgemäldes zukommt, kann das Sonnenſyſtem, zu dem die Erde gehört, in zwiefacher Beziehung betrachtet werden: zunächſt in Beziehung auf die verſchiedenen Claſſen individualiſirter geballter Materie, auf die Größe, die Geſtaltung, die Dichtigkeit und den Abſtand der Weltkörper deſſelben Syſtems; dann in Beziehung auf andre Theile unſeres Sternhaufens, auf die Ortsveränderung der Sonne innerhalb deſſelben.

Das Sonnenſyſtem, d. h. die um die Sonne kreiſende, ſehr verſchiedentlich geformte Materie, beſteht nach unſrer jetzigen Kenntniß aus eilf Hauptplaneten, achtzehn Monden oder Nebenplaneten, und Myriaden von Cometen, deren drei (planetariſche) das enge Gebiet der Hauptplaneten nicht verlaſſen. Mit nicht geringer Wahrſchein-

lichkeit dürfen wir auch dem Gebiete unſerer Sonne, der unmittelbaren Sphäre ihrer Centralkraft, zuzählen: erſtens einen rotirenden Ring dunſtartiger Materie, vielleicht zwiſchen der Venus- und Marsbahn gelegen, gewiß die Erdbahn [5] überſchreitend und uns in Pyramidalform als Zodiacallicht ſichtbar; zweitens eine Schaar von ſehr kleinen Aſteroiden, deren Bahnen unſre Erdbahn ſchneiden oder ihr ſehr nahe kommen, und die Erſcheinungen von Aërolithen und fallenden Sternſchnuppen darbieten. Umfaßt man die Complication von Geſtaltungen, die in ſo verſchiedenen, mehr oder weniger excentriſchen Bahnen um die Sonne kreiſen; iſt man nicht geneigt, mit dem unſterblichen Verfaſſer der Mécanique céleste die größere Zahl der Cometen für Nebelſterne zu halten, die von einem Centralſyſteme zum anderen [6] ſchweifen; ſo muß man bekennen, daß das vorzugsweiſe ſo genannte Planetenſyſtem, d. h. die Gruppe der Weltkörper, welche in wenig excentriſchen Bahnen ſammt ihrem Mondgefolge um die Sonne kreiſen, nicht der Maſſe, aber der Zahl der Individuen nach, einen kleinen Theil des ganzen Syſtems ausmacht.

Die teleſcopiſchen Planeten: Veſta, Juno, Ceres und Pallas, mit ihren unter ſich verſchlungenen, ſtark geneigten und mehr excentriſchen Bahnen, hat man verſucht als eine ſcheidende Zone räumlicher Abtheilungen in unſrem Planetenſyſteme, gleichſam als eine mittlere Gruppe zu betrachten. Nach dieſer Anſicht bietet die innere Planetengruppe (Merkur, Venus, Erde und Mars) in Vergleich mit der äußeren (Jupiter, Saturn und Uranus) mehrere auffallende Contraſte [7] dar. Die inneren, ſonnennäheren Planeten ſind von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und

Bayerische Staatsbibliothek

langſam rotirend (in faſt 24ſtündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet, und bis auf einen gänzlich mondlos. Die äußeren, ſonnenfernen Planeten ſind mächtig größer, fünfmal undichter, mehr als zweimal ſchneller in der Umdrehungszeit um ihre Achſe, ſtärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 17 zu 1, wenn dem Uranus wirklich ſechs Satelliten zukommen.

Dieſe allgemeinen Betrachtungen über gewiſſe charakteriſtiſche Eigenſchaften ganzer Gruppen laſſen ſich aber nicht mit gleichem Rechte auf die einzelnen Planeten jeglicher Gruppe anwenden; nicht auf die Verhältniſſe des Abſtandes von dem Centralkörper zu der abſoluten Größe, zu der Dichtigkeit, zu der Umdrehungszeit, zu der Excentricität, zu der Neigung der Bahnen und Achſen kreiſender Weltkörper. Wir kennen bisher keine innere Nothwendigkeit, kein mechaniſches Naturgeſetz, welches (wie das ſchöne Geſetz, das die Quadrate der Umlaufszeiten an die Würfel der großen Axen bindet) die eben genannten ſechs Elemente der Planetenkörper und der Form ihrer Bahnen von einander oder von den mittleren Entfernungen abhängig machte. Der ſonnenfernere Mars iſt kleiner als die Erde und Venus, ja unter allen längſtbekannten, größeren Planeten dem ſonnennahen Merkur in dem Durchmeſſer am nächſten; Saturn iſt kleiner als Jupiter und doch viel größer als Uranus. Die Zone der, im Volum ſo unbedeutenden, teleſcopiſchen Planeten liegt in einer Abſtandsreihe, die von der Sonne anhebt, unmittelbar vor Jupiter, dem mächtigſten aller planetariſchen Weltkörper; und doch haben mehrere dieſer kleinen Aſteroiden, deren Scheiben wenig meßbar ſind, kaum die Hälfte mehr

Oberfläche als Frankreich, Madagascar oder Borneo. So auffallend auch die äußerſt geringe Dichtigkeit aller der coloſſalen Planeten iſt, welche der Sonne am fernſten liegen, ſo läßt ſich auch hier keine regelmäßige Folge erkennen [8]. Uranus ſcheint wieder dichter als Saturn zu ſein, ſelbſt wenn man Lamont's kleinere Maſſe $^1/_{24605}$ annimmt; und trotz der unbeträchtlichen Dichtigkeits-Verſchiedenheit der innerſten Planetengruppe [9] finden wird doch, zu beiden Seiten der Erde, Venus und Mars undichter als ſie ſelbſt. Die Rotationszeit nimmt im ganzen freilich in der Sonnenferne ab; doch iſt ſie im Mars größer als bei der Erde, im Saturn größer als im Jupiter. Die ſtärkſte Excentricität unter allen Planeten haben die elliptiſchen Bahnen der Juno, der Pallas und des Merkur; die kleinſte Venus und die Erde, zwei unmittelbar auf einander folgende Planeten. Merkur und Venus bieten demnach dieſelben Contraſte dar, als man in den vier, in ihren Bahnen eng verſchlungenen Aſteroiden bemerkt. Die unter ſich ſehr gleichen Excentricitäten der Juno und Pallas ſind jede dreimal ſtärker als die der Ceres und Veſta. Eben ſo iſt es mit der Neigung der Planetenbahnen gegen die Projections-Ebene der Ekliptik und mit der Stellung der Umdrehungs-Achſen auf ihren Bahnen: einer Stellung, von welcher mehr noch als von der Excentricität die Verhältniſſe des Klima's, der Jahreszeiten und Tageslängen abhangen. Die Planeten, welche die gedehnteſte elliptiſche Bahn zeigen: Juno, Pallas und Merkur, haben auch, aber nicht in demſelben Verhältniß, die ſtärkſten Neigungen der Bahnen gegen die Ekliptik. Die der Pallas iſt cometenartig, faſt 26mal größer als die Neigung des Jupiter: während daß die

Bayerische
Staatsbibliothek
München

kleine Veſta, welche der Pallas ſo nahe iſt, den Neigungswinkel der Jupitersbahn kaum ſechsmal übertrifft. Die Achſenſtellungen der wenigen (4 bis 5) Planeten, deren Rotations-Ebene wir mit einiger Gewißheit kennen, bieten ebenfalls keine regelmäßige Reihenfolge dar. Nach der Lage der Uranus-Trabanten zu urtheilen, deren zwei (der zweite und vierte) in den neueſten Zeiten mit Sicherheit wieder geſehen worden ſind, iſt die Achſe des äußerſten aller Planeten vielleicht kaum 11° gegen ſeine Bahn geneigt; und Saturn befindet ſich mitten zwiſchen Jupiter, deſſen Rotations-Achſe faſt ſenkrecht ſteht, und dem Uranus, in welchem die Achſe faſt mit der Bahn zuſammenfällt.

Die Welt der Geſtaltungen wird in dieſer Aufzählung räumlicher Verhältniſſe geſchildert als etwas thatſächliches, als ein Daſeiendes in der Natur: nicht als Gegenſtand intellectueller Anſchauung, innerer, urſachlich ergründeter Verkettung. Das Planetenſyſtem in ſeinen Verhältniſſen von abſoluter Größe und relativer Achſenſtellung, von Dichtigkeit, Rotationszeit und verſchiedenen Graden der Excentricität der Bahnen hat für uns nicht mehr Naturnothwendiges als das Maaß der Vertheilung von Waſſer und Land auf unſerem Erdkörper, als der Umriß der Continente oder die Höhe der Bergketten. Kein allgemeines Geſetz iſt in dieſer Hinſicht in den Himmelsräumen oder in den Unebenheiten der Erdrinde aufzufinden. Es ſind *Thatſachen* der Natur, hervorgegangen aus dem Conflict vielfacher, einſt unter unbekannten Bedingungen wirkender Kräfte. *Zufällig* aber erſcheint dem Menſchen in der Planetenbildung, was er nicht genetiſch zu erklären vermag. Haben ſich die Planeten aus einzelnen um die

Bayerische Staatsbibliothek München

Sonne kreiſenden Ringen dunſtförmiger Stoffe gebildet; ſo können die verſchiedene Dicke, die ungleichförmige Dichtigkeit, die Temperatur und die electro-magnetiſche Spannung dieſer Ringe zu den verſchiedenſten Geſtaltungen der geballten Materie, wie das Maaß der Wurfgeſchwindigkeit und kleine Abänderungen in der Richtung des Wurfes zu den mannigfaltigſten Formen und Neigungen der elliptiſchen Bahnen Anlaß gegeben haben. Maſſen-Anziehungen und Gravitations-Geſetze haben gewiß hier, wie in den geognoſtiſchen Verhältniſſen der Continental-Erhebungen, gewirkt; aber aus der gegenwärtigen Form der Dinge iſt nicht auf die ganze Reihe der Zuſtände zu ſchließen, welche ſie bis zu ihrer Entſtehung durchlaufen haben. Selbſt das ſogenannte Geſetz der Abſtände der Planeten von der Sonne: die Progreſſion, aus deren fehlendem Gliede ſchon Kepler die Exiſtenz eines die Lücke ausfüllenden Planeten zwiſchen Mars und Jupiter ahndete; iſt als numeriſch ungenau für die Diſtanzen zwiſchen Merkur, Venus und Erde, und, wegen des ſupponirten erſten Gliedes, als gegen die Begriffe einer Reihe ſtreitend befunden worden.

Die eilf bisher entdeckten, um unſere Sonne kreiſenden Hauptplaneten finden ſich gewiß von 14, wahrſcheinlich von 18 Nebenplaneten (Monden, Satelliten) umgeben. Die Hauptplaneten ſind alſo wiederum Centralkörper für untergeordnete Syſteme. Wir erkennen hier in dem Weltbau gleichſam denſelben Geſtaltungs-Proceß, den uns ſo oft die Entfaltung des organiſchen Lebens, bei vielfach zuſammengeſetzten Thier- und Pflanzengruppen, in der typiſchen Formwiederholung untergeordneter Sphären zeigt. Die Nebenplaneten oder Monde werden häufiger in der

äußeren Region des Planetenſyſtems, jenſeits der in ſich verſchlungenen Bahnen der ſogenannten kleinen Planeten. Dieſſeits ſind alle Hauptplaneten mondlos, die einzige Erde abgerechnet: deren Satellit verhältnißmäßig ſehr groß iſt, da ſein Durchmeſſer den vierten Theil des Erd-Durchmeſſers ausmacht, während daß der größte aller bekannten Monde, der ſechste der Saturnstrabanten, vielleicht $^1/_{17}$; und der größte aller Jupiterstrabanten, der dritte, dem Durchmeſſer nach, nur $^1/_{26}$ ihres Hauptplaneten oder Centralkörpers ſind. Die mondreichſten Planeten findet man unter den fernſten: welche zugleich die größern, die ſehr undichten und ſehr abgeplatteten ſind. Nach den neueſten Meſſungen von Mädler hat Uranus die ſtärkſte aller planetariſchen Abplattungen, $\frac{1}{9{,}92}$. Bei der Erde und ihrem Monde, deren mittlere Entfernung von einander 51800 geographiſche Meilen beträgt, iſt die Differenz [10] der Maſſen und der Durchmeſſer beider Weltkörper weit geringer, als wir ſie ſonſt bei Haupt- und Nebenplaneten und Körpern verſchiedener Ordnung im Sonnenſyſteme anzutreffen gewohnt ſind. Während die Dichtigkeit des Erdtrabanten $^5/_9$ geringer als die der Erde ſelbſt iſt; ſcheint, falls man den Beſtimmungen der Größen und Maſſen hinlänglich trauen darf, unter den Monden, welche den Jupiter begleiten, der zweite dichter als der Hauptplanet zu ſein.

Von den 14 Monden, deren Verhältniſſe mit einiger Gewißheit ergründet worden ſind, bietet das Syſtem der ſieben Saturnstrabanten die Beiſpiele des beträchtlichſten Contraſtes in der abſoluten Größe und in den Abſtänden von dem Hauptplaneten dar. Der ſechste Saturns-Satellit iſt wahrſcheinlich nicht viel kleiner als Mars,

während unſer Erdmond genau nur den halben Durchmeſſer dieſes Planeten hat. Am nächſten ſteht, dem Volum nach, den beiden äußerſten (dem ſechsten und ſiebenten) Saturnstrabanten der dritte und hellſte unter den Jupitersmonden. Dagegen gehören die durch das 40füßige Teleſcop im Jahr 1789 von Wilhelm Herſchel entdeckten, von John Herſchel am Vorgebirge der guten Hoffnung, von Vico zu Rom und von Lamont zu München wiedergeſehenen zwei innerſten Saturnstrabanten, vielleicht neben den ſo fernen Uranusmonden, zu den kleinſten und nur unter beſonders günſtigen Umſtänden in den mächtigſten Fernröhren ſichtbaren Weltkörpern unſeres Sonnenſyſtems. Alle Beſtimmungen der wahren Durchmeſſer der Satelliten, ihre Herleitung aus der Meſſung der ſcheinbaren Größe kleiner Scheiben ſind vielen optiſchen Schwierigkeiten unterworfen; und die rechnende Aſtronomie, welche die Bewegungen der Himmelskörper, wie ſie ſich uns von unſerm irdiſchen Standpunkte aus darſtellen werden, numeriſch vorherbeſtimmt, iſt allein um Bewegung und Maſſe, wenig aber um die Volume bekümmert.

Der abſolute Abſtand eines Mondes von ſeinem Hauptplaneten iſt am größten in dem äußerſten oder ſiebenten Saturnstrabanten. Seine Entfernung vom Saturn beträgt über eine halbe Million geographiſcher Meilen, zehnmal ſo viel als die Entfernung unſeres Mondes von der Erde. Bei dem Jupiter iſt der Abſtand des äußerſten (vierten) Trabanten nur 260000 Meilen; bei dem Uranus aber, falls der ſechste Trabant wirklich vorhanden iſt, erreicht er 340000 Meilen. Vergleicht man in jedem dieſer untergeordneten Syſteme das Volum des Hauptplaneten mit der Entfernung der äußerſten Bahn, in welcher ſich

ein Mond gebildet hat, ſo erſcheinen ganz andere numeriſche Verhältniſſe. In Halbmeſſern des Hauptplaneten ausgedrückt, ſind die Diſtanzen der letzten Trabanten bei Uranus, Saturn und Jupiter wie 91, 64 und 27. Der äußerſte Saturnstrabant erſcheint dann nur um ein Geringes ($^1/_{15}$) vom Centrum des Saturn entfernter als unſer Mond von der Erde. Der einem Hauptplaneten nächſte Trabant iſt zweifelsohne der erſte oder innerſte des Saturn, welcher dazu noch das einzige Beiſpiel eines Umlaufes von weniger als 24 Stunden darbietet. Seine Entfernung vom Centrum des Hauptplaneten beträgt nach Mädler und Wilhelm Beer, in Halbmeſſern des Saturn ausgedrückt, 2,47; in Meilen 20022. Der Abſtand von der Oberfläche des Hauptplaneten kann daher nur 11870, der Abſtand von dem äußerſten Rande des Ringes nur 1229 Meilen betragen. Ein Reiſender verſinnlicht ſich gern einen ſo kleinen Raum, indem er an den Ausſpruch eines kühnen Seemannes, Capitän Beechey, erinnert, der erzählt, daß er in drei Jahren 18200 geographiſche Meilen zurückgelegt habe. Wenn man nicht die abſoluten Entfernungen, ſondern die Halbmeſſer der Hauptplaneten zum Maaße anwendet; ſo findet man, daß ſelbſt der erſte oder nächſte Jupitersmond, welcher dem Centrum des Planeten 6500 Meilen ferner als der Mond der Erde liegt, von dem Centrum ſeines Hauptplaneten nur um 6 Jupiters-Halbmeſſer abſteht, während der Erdmond volle 60⅓ Erd-Halbmeſſer von uns entfernt iſt.

In den untergeordneten Syſtemen der Trabanten oder Nebenplaneten ſpiegeln ſich übrigens, ihrer Beziehung nach, zum Hauptplaneten und unter einander, alle Gravitations-

Geſetze ab, welche in dem, die Sonne umkreiſenden Hauptplaneten walten. Die 12 Monde des Saturn, Jupiter und der Erde bewegen ſich alle, wie die Hauptplaneten, von Weſten nach Oſten, und in elliptiſchen Bahnen, die überaus wenig von Kreisbahnen abweichen. Nur der Erdmond und wahrſcheinlich der erſte und innerſte Saturnstrabant (0,068) haben eine Excentricität, welche größer iſt als die des Jupiter; bei dem von Beſſel ſo genau beobachteten ſechsten Saturnstrabanten (0,029) überwiegt ſie die Excentricität der Erde. An der äußerſten Grenze des Planetenſyſtens, wo die Centralkraft der Sonne in 19 Erdweiten ſchon beträchtlich gemindert iſt, zeigt das, freilich noch wenig ergründete Syſtem der Uranusmonde die auffallendſten Contraſte. Statt daß alle anderen Monden, wie die Planetenbahnen, wenig gegen die Ekliptik geneigt ſind und ſich, die Saturnsringe (gleichſam verſchmolzene oder ungetheilte Trabanten) nicht abgerechnet, von Weſten nach Oſten bewegen; ſtehen die Uranusmonde faſt ſenkrecht auf der Ekliptik, bewegen ſich aber, wie Sir John Herſchel durch vieljährige Beobachtungen beſtätigt hat, rückläufig von Oſten nach Weſten. Wenn Haupt- und Nebenplaneten ſich durch Zuſammenziehung der alten Sonnen und Planeten-Atmoſphären aus rotirenden Dunſtringen gebildet haben; ſo muß in den Dunſtringen, die um den Uranus kreiſten, es ſonderbare, uns unbekannte Verhältniſſe der Retardation oder des Gegenſtoßes gegeben haben, um genetiſch eine ſolche der Rotation des Centralkörpers entgegengeſetzte Richtung der Umlaufsbewegung in dem zweiten und vierten Uranus-Trabanten hervorzurufen.

Bei allen Nebenplaneten iſt höchſt wahrſcheinlich die

Rotations-Periode der Periode des Umlaufs um den Hauptplaneten gleich, ſo daß ſie alle immerdar dem letzteren dieſelbe Seite zuwenden. Ungleichheiten als Folge kleiner Veränderungen im Umlaufe verurſachen indeß Schwankungen von 6 bis 8 Grad (eine ſcheinbare Libration) ſowohl in Länge als in Breite. So ſehen wir z. B. nach und nach vom Erdmonde mehr als die Hälfte ſeiner Oberfläche: bald etwas mehr vom öſtlichen und nördlichen, bald etwas mehr vom weſtlichen oder ſüdlichen Mondrande. Durch die Libration [11] werden uns ſichtbarer das Ringgebirge Malapert, welches bisweilen den Südpol des Mondes bedeckt, die arctiſche Landſchaft um den Kraterberg Gioja, wie die große graue Ebene nahe dem Endymion, welche in Flächeninhalt das Mare Vaporum übertrifft. Ueberhaupt bleiben $^3/_7$ der Oberfläche gänzlich und, wenn nicht neue, unerwartet ſtörende Mächte eindringen, auf immer unſeren Blicken entzogen. Dieſe kosmiſchen Verhältniſſe mahnen unwillkührlich an faſt gleiche in der intellectuellen Welt, an die Ergebniſſe des Denkens: wo in dem Gebiete der tiefen Forſchung über die dunkele Werkſtätte der Natur und die ſchaffende Urkraft es ebenfalls abgewandte, unerreichbar ſcheinende Regionen giebt, von denen ſich ſeit Jahrtauſenden dem Menſchengeſchlechte, von Zeit zu Zeit, bald in wahrem, bald in trügeriſchem Lichte erglimmend, ein ſchmaler Saum gezeigt hat.

Wir haben bisher betrachtet, als Producte Einer Wurfkraft und durch enge Bande der gegenſeitigen Anziehung an einander gefeſſelt: die Hauptplaneten, ihre Trabanten und die Gewölbsformen concentriſcher Ringe, die wenigſtens einem der äußerſten Planeten zugehören. Es bleibt uns

noch übrig unter den um die Sonne in eigenen Bahnen kreiſenden und von ihr erleuchteten Weltkörpern die ungezählte Schaar der Cometen zu nennen. Wenn man eine gleichmäßige Vertheilung ihrer Bahnen, die Grenze ihrer Perihelien (Sonnennähen), und die Möglichkeit ihres Unſichtbarbleibens für die Erdbewohner nach den Regeln der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung abwägt; ſo findet man eine Zahl von Myriaden, über welche die Einbildungskraft erſtaunt. Schon Kepler ſagt mit der ihm eigenen Lebendigkeit des Ausdrucks: es gebe in den Welträumen mehr Cometen als Fiſche in den Tiefen des Oceans. Indeß ſind der berechneten Bahnen kaum noch 150: wenn die Zahl der Cometen, über deren Erſcheinung und Lauf durch bekannte Sternbilder man mehr oder minder rohe Andeutungen hat, auf ſechs- oder ſiebenhundert geſchätzt werden kann. Während die ſogenannten claſſiſchen Völker des Occidents, Griechen und Römer, wohl bisweilen den Ort angeben, wo ein Comet zuerſt am Himmel geſehen ward: nie etwas über ſeine ſcheinbare Bahn; ſo bietet die reiche Litteratur der naturbeobachtenden, alles aufzeichnenden Chineſen umſtändliche Notizen über die Sternbilder dar, welche jeglicher Comet durchlief. Solche Notizen reichen bis mehr denn fünf Jahrhunderte vor der chriſtlichen Zeitrechnung hinauf, und viele derſelben werden noch heute[12] von den Aſtronomen benutzt.

Von allen planetariſchen Weltkörpern erfüllen die Cometen, bei der kleinſten Maſſe (nach einzelnen bisherigen Erfahrungen wahrſcheinlich weit unter $1/_{5000}$ der Erdmaſſe), mit ihren oft viele Millionen Meilen langen und weit ausgebreiteten Schweifen den größten Raum. Der lichtreflectirende Dunſtkegel, den ſie ausſtrahlen, iſt

bisweilen (1680 und 1811) ſo lang gefunden worden als die Entfernung der Erde von der Sonne: eine Linie, welche zwei Planetenbahnen, die der Venus und des Merkur, ſchneidet. Es iſt ſelbſt wahrſcheinlich, daß in den Jahren 1819 und 1823 unſre Atmoſphäre mit dem Dunſt der Cometenſchweiſe gemiſcht war.

Die Cometen ſelbſt zeigen ſo mannigfaltige Geſtalten, oft mehr dem Individuum als der Art angehörend, daß die Beſchreibung einer dieſer reiſenden Lichtwolken (ſo nannten ſie ſchon Xenophanes und Theon von Alexandrien, der Zeitgenoſſe des Pappus) nur mit Vorſicht auf eine andere angewendet werden kann. Die ſchwächſten teleſcopiſchen Cometen ſind meiſt ohne ſichtbaren Schweif, und gleichen den Herſchelſchen Nebelſternen. Sie bilden rundliche, matt ſchimmernde Nebel, mit concentrirterem Lichte gegen die Mitte. Das iſt der einfachſte Typus: aber darum eben ſo wenig ein rudimentärer Typus als der eines durch Verdampfung erſchöpften, alternden Weltkörpers. In den größeren Cometen unterſcheidet man den Kopf oder ſogenannten Kern, und einen einfachen oder vielfachen Schweif, den die chineſiſchen Aſtronomen ſehr charakteriſtiſch den Beſen (sui) nennen. Der Kern hat der Regel nach keine beſtimmte Begrenzung, ob er gleich in ſeltenen Fällen wie ein Stern erſter und zweiter Größe, ja bei den großen Cometen von 1402, 1532, 1577, 1744 und 1843 ſelbſt am Tage bei hellem Sonnenſchein [13], iſt leuchtend geſehen worden. Dieſer letztere Umſtand zeugt demnach bei einzelnen Individuen für eine dichtere, intenſiver Licht-Reflexion fähige Maſſe. Auch erſchienen in Herſchel's großen Teleſcopen nur zwei

Cometen, der in Sicilien entdeckte von 1807 wie der ſchöne von 1811, als wohlbegrenzte Scheiben": die eine unter einem Winkel von 1″, die andere von 0″,77: woraus ſich der wirkliche Durchmeſſer von 134 und 107 Meilen ergeben würde. Die minder beſtimmt umgrenzten Kerne der Cometen von 1798 und 1805 gaben gar nur 6 bis 7 Meilen Durchmeſſer. Bei mehreren genau unterſuchten Cometen, beſonders bei dem eben genannten und ſo lange geſehenen von 1811, war der Kern und die neblige Hülle, welche ihn umgab, durch einen dunkleren Raum vom Schweife gänzlich getrennt. Die Intenſität des Lichtes im Kerne der Cometen iſt nicht gleichmäßig bis in das Centrum zunehmend; ſtark leuchtende Zonen ſind mehrfach durch concentriſche Nebelhüllen getrennt. Die Schweife haben ſich gezeigt bald einfach, bald doppelt: doch dies ſelten, und (1807 und 1843) von ſehr verſchiedener Länge der beiden Zweige; einmal ſechsfach, 1744 (bei 60° Oeffnung); gerade oder gekrümmt: ſei es zu beiden Seiten, nach außen (1811), oder convex gegen die Seite hin (1618), wohin der Comet ſich bewegt; auch wohl gar flammenartig geſchwungen. Sie ſind, wie (nach Eduard Biot) die chineſiſchen Aſtronomen ſchon im Jahr 837 bemerkten, in Europa aber Fracaſtoro und Peter Apian erſt im ſechzehnten Jahrhunderte auf eine beſtimmtere Weiſe verkündigten, ſtets von der Sonne dergeſtalt abgewandt, daß die verlängerte Achſe durch das Centrum der Sonne geht. Man kann die Ausſtrömungen als conoidiſche Hüllen von dickerer oder dünnerer Wandung betrachten: eine Anſicht, durch welche ſehr auffallende optiſche Erſcheinungen mit Leichtigkeit erklärt werden.

Die einzelnen Cometen ſind aber nicht bloß ihrer Form nach ſo charakteriſtiſch verſchieden (ohne allen ſichtbaren Schweif, oder mit einem von 104° Länge, wie im dritten des Jahres 1618); wir ſehen ſie auch in ſchnell auf einander folgenden, veränderlichen Geſtaltungs-Proceſſen begriffen. Dieſer Formenwechſel iſt am genaueſten und vortrefflichſten an dem Cometen von 1744 von Heinſius in Petersburg, und an dem Halley'ſchen Cometen bei ſeiner letzten Wieder-Erſcheinung im Jahr 1835 von Beſſel in Königsberg beſchrieben worden. An dem der Sonne zugekehrten vorderen Theile des Kerns wurde eine mehr oder minder büſchelförmige Ausſtrömung ſichtbar. Die rückwärts gekrümmten Strahlen bildeten einen Theil des Schweifes. „Der Kern des Halley'ſchen Cometen und ſeine Ausſtrömungen gewährten das Anſehen einer brennenden Rakete, deren Schweif durch Zugwind ſeitwärts abgelenkt wird." Die vom Kopf ausgehenden Strahlen haben wir, Arago und ich, auf der Pariſer Sternwarte in auf einander folgenden Nächten ſehr verſchiedenartig geſtaltet [15] geſehn. Der große Königsberger Aſtronom ſchloß aus vielfältigen Meſſungen und theoretiſchen Betrachtungen: „daß der ausſtrömende Lichtkegel ſich von der Richtung nach der Sonne ſowohl rechts als links beträchtlich entfernte: immer aber wieder zu dieſer Richtung zurückkehrte, um auf die andere Seite derſelben überzugehen; daß der ausſtrömende Lichtkegel daher, ſo wie der Körper des Cometen ſelbſt, der ihn ausſtößt und erzeugt, eine drehende oder vielmehr eine ſchwingende Bewegung in der Ebene der Bahn erlitt." Er findet, „daß die gewöhnliche Anziehungskraft der Sonne, die ſie auf ſchwere Körper ausübt, zur Erklärung ſolcher

Schwingungen nicht hinreiche; und iſt der Anſicht, daß dieſelben eine Polarkraft offenbaren, welche Einen Halbmeſſer des Cometen der Sonne zuwendet, den entgegengeſetzten von ihr abzuwenden ſtrebt. Die magnetiſche Polarität, welche die Erde beſitze, biete etwas analoges dar; und ſollten ſich die Gegenſätze dieſer telluriſchen Polarität auf die Sonne beziehen, ſo könne ſich ein Einfluß davon in der Vorrückung der Nachtgleichen zeigen." Es iſt hier nicht der Ort die Gründe näher zu entwickeln, auf welche Erklärungen geſtützt worden ſind, die den Erſcheinungen entſprechen; aber ſo denkwürdige Beobachtungen[16], ſo großartige Anſichten über die wunderbarſte Claſſe aller Weltkörper, die zu unſerm Sonnenſyſtem gehören, durften in dieſem Entwurf eines allgemeinen Naturgemäldes nicht übergangen werden.

Ohnerachtet der Regel nach die Cometenſchweife in der Sonnennähe an Größe und Glanz zunehmen und von dem Centralkörper abgewendet liegen, ſo hat doch der Comet von 1823 das denkwürdige Beiſpiel von zwei Schweifen gegeben: deren einer der Sonne zu=, der andere von ihr abgewandt war, und die unter einander einen Winkel von 160° bildeten. Eigene Modificationen der Polarität und die ungleichzeitige Vertheilung und Leitung derſelben können in dieſem ſeltenen Falle zweierlei, ungehindert fortgeſetzte Ausſtrömungen der nebligen Materie verurſacht haben[17].

In der Naturphiloſophie des Ariſtoteles wird durch ſolche Ausſtrömungen die Erſcheinung der Cometen mit der Exiſtenz der Milchſtraße in eine ſonderbare Verbindung gebracht. Die zahlloſe Menge von Sternen, welche die

Milchſtraße bilden, geben eine ſich ſelbſt entzündende (leuchtende) Maſſe her. Der Nebelſtreif, welcher das Himmelsgewölbe theilt, wird daher von dem Stagiriten wie ein großer Comet betrachtet, der ſich unaufhörlich von neuem[18] erzeugt.

Bedeckungen der Fixſterne durch den ſogenannten Kern eines Cometen oder ſeine nächſten dunſtförmigen Hüllen können Licht über die phyſiſche Beſchaffenheit dieſer wunderbaren Weltkörper verbreiten; aber es fehlt an Beobachtungen, welche die ſichere Ueberzeugung[19] gewähren, daß die Bedeckung vollkommen central geweſen ſei: denn, wie wir bereits oben bemerkt, in dem dem Kerne nahe liegenden Theile der Hülle wechſeln concentriſche Schalen von dichtem und ſehr undichtem Dunſte. Dagegen iſt es keinem Zweifel unterworfen, daß am 29 September 1835, nach Beſſel's ſorgfältigſten Meſſungen, das Licht eines Sternes zehnter Größe, der in 7″,78 Entfernung von dem Mittelpunkt des Kopfes des Halley'ſchen Cometen durch einen ſehr dichten Nebel durchging, während dieſes Durchganges durch alle Theile des Nebels nicht von ſeiner geradlinigen Bewegung[20] abgelenkt wurde. Ein ſolcher Mangel von ſtrahlenbrechender Kraft, wenn er wirklich dem Centrum des Kernes zukommt, macht es ſchwer den Cometenſtoff für eine gasförmige Flüſſigkeit zu halten. Iſt derſelbe alleinige Folge der faſt unendlichen Dünnigkeit einer Flüſſigkeit? oder beſteht der Comet „aus getrennten Theilchen“: ein kosmiſches Gewölk bildend, das den durchgehenden Lichtſtrahl nicht mehr afficirt als die Wolken unſrer Atmoſphäre, welche ebenfalls nicht die Zenith-Diſtanzen der Geſtirne oder der Sonnenränder verändern? Bei dem Vorübergange der Cometen vor einem Sterne iſt

oft eine mehr oder minder beträchtliche Schwächung ihres Lichts bemerkt worden. Man ſchreibt ſie mit vielem Rechte dem hellen Grunde zu, von dem während der Bedeckung die Sterne ſich abzuheben ſcheinen.

Die wichtigſte und entſcheidendſte Beobachtung, welche über die Natur des Cometenlichtes gemacht worden, verdanken wir Arago's Polariſations-Verſuchen. Sein Polariſcop belehrt uns über die phyſiſche Conſtitution der Sonne, wie über die der Cometen; das Inſtrument deutet an, ob ein Lichtſtrahl, der aus einer Entfernung von vielen Millionen Meilen zu uns gelangt, directes oder reflectirtes Licht iſt, ob im erſten Falle die Lichtquelle ein feſter und tropfbar-flüſſiger oder ein gasförmiger Körper iſt. Es wurden auf der Pariſer Sternwarte in demſelben Apparat das Licht der Capella und das Licht des großen Cometen von 1819 unterſucht. Das letztere zeigte polariſirtes, alſo zurückgeworfenes Licht: während der Fixſtern ſich, wie zu vermuthen ſtand, als eine ſelbſtleuchtende Sonne[21] erwies. Das Daſein des polariſirten Cometenlichtes verkündigte ſich aber nicht bloß durch Ungleichheit der Bilder: es wurde bei der Wieder-Erſcheinung des Halley'ſchen Cometen im Jahr 1835 noch ſicherer durch den auffallenderen Contraſt der Complementar-Farben, nach der von Arago im Jahr 1811 entdeckten chromatiſchen Polariſation, begründet. Ob außer dieſem reflectirten Sonnenlichte die Cometen nicht auch eigenes Licht haben, bleibt durch jene ſchönen Verſuche noch unentſchieden. Auch in eigentlichen Planeten, der Venus z. B., iſt eine ſelbſtſtändige Lichtentwicklung ſehr wahrſcheinlich.

Die veränderliche Lichtſtärke der Cometen iſt nicht immer aus der Stellung in ihrer Bahn und aus ihrer

Entfernung von der Sonne zu erklären. Sie deutet gewiß bei einzelnen Individuen auf innere Proceſſe der Verdichtung und erhöhten oder geminderten Reflexionsfähigkeit des erborgten Lichtes. Bei dem Cometen von 1618, wie bei dem von dreijährigem Umlauf haben Hevelius und, nach langer Nichtbeachtung des merkwürdigen Phänomens, der talentvolle Aſtronom Valz in Nismes den Kern in der Sonnennähe verkleinert, in der Sonnenferne vergrößert gefunden. Die Regelmäßigkeit der Veränderung des Volums nach Maaßgabe des Abſtandes von der Sonne iſt überaus auffallend. Die phyſiſche Erklärung der Erſcheinung darf wohl nicht in den bei größerer Sonnennähe condenſirteren Schichten des Welt-Aethers geſucht werden, da es ſchwierig iſt ſich die Dunſthülle des Cometenkerns blaſenartig, dem Welt-Aether undurchdringlich vorzuſtellen[22].

Die ſo verſchiedenartige Excentricität der elliptiſchen Cometenbahnen hat in neueren Zeiten (1819) zu einer glänzenden Bereicherung unſerer Kenntniß des Sonnenſyſtems geleitet. Encke hat die Exiſtenz eines Cometen von ſo kurzer Umlaufszeit entdeckt, daß er ganz innerhalb unſerer Planetenbahnen bleibt, ja ſeine größte Sonnenferne ſchon zwiſchen der Bahn der kleinen Planeten und der Jupitersbahn erreicht. Seine Excentricität iſt demnach 0,845, wenn die der Juno (die größte Excentricität unter allen Planetenbahnen) 0,255 iſt. Encke's Comet iſt mehrmals, wenn gleich ſchwierig, (in Europa 1819, in Neu-Holland nach Rümker 1822) dem bloßen Auge ſichtbar geworden. Seine Umlaufszeit iſt ungefähr von 3⅓ Jahren; aber aus der ſorgfältigen Vergleichung der Wiederkehr zum Perihel hat ſich die merkwürdige Thatſache ergeben, daß die Umläufe

von 1786 bis 1838 ſich auf die regelmäßigſte Weiſe von Umlauf zu Umlauf verkürzt haben: nämlich in einem Zeitraum von 52 Jahren um $1^{8}/_{10}$ Tage. Eine ſo merkwürdige Erſcheinung hat, um nach der ſorgfältigſten Beachtung aller planetariſchen Störungen Beobachtung und Rechnung in Einklang zu bringen, zu der ſehr wahrſcheinlichen Annahme einer in den Welträumen verbreiteten, Widerſtand leiſtenden, dunſtförmigen Materie geleitet. Die Tangentialkraft wird vermindert, und mit ihr die große Axe der Cometenbahn. Der Werth der Conſtante des Widerſtandes ſcheint dazu etwas verſchieden vor und nach dem Durchgang durch das Perihel: was vielleicht der in der Sonnennähe veränderten Form des kleinen Nebelſternes und der Einwirkung der ungleich dichten Schichten des Welt-Aethers zuzuſchreiben iſt[23]. Dieſe Thatſachen und ihre Ergründung gehören zu den intereſſanteſten Ergebniſſen der neueren Sternkunde. Wenn außerdem der Comet von Encke früher den Anſtoß gegeben hat die, für alle Störungsrechnungen ſo wichtige Maſſe Jupiters einer ſchärferen Prüfung zu unterwerfen, ſo hat uns auch ſein Lauf ſpäter die erſte, wiewohl nur genäherte, Beſtimmung einer verminderten Merkursmaſſe verſchafft.

Zu dem erſten Cometen von kurzer Umlaufszeit, Encke's Cometen von $3^{1}/_{3}$ Jahren, hat ſich bald, 1826, ein zweiter, ebenfalls planetariſcher, geſellt, deſſen Sonnenferne jenſeits Jupiters, doch weit dieſſeits der Saturnbahn liegt. Biela's Comet hat eine Umlaufszeit von $6^{3}/_{4}$ Jahren. Er iſt noch lichtſchwächer als der von Encke, und rechtläufig in ſeiner Bewegung, wie dieſer: während der Halley'ſche Comet der Richtung aller eigentlichen Planeten

entgegen kreiſt. Er hat das erſte ſichere Beiſpiel eines unſere Erdbahn ſchneidenden Cometen dargeboten. Die Bahn des Biela'ſchen Cometen iſt daher eine Bahn, die Gefahr bringen kann, wenn man jedes außerordentliche, in hiſtoriſchen Zeiten noch nicht erlebte und in ſeinen Folgen nicht mit Gewißheit zu beſtimmende Naturphänomen gefahrbringend nennen ſoll. Kleine Maſſen, mit ungeheurer Geſchwindigkeit begabt, können allerdings eine beträchtliche Kraft ausüben; aber wenn Laplace erweiſt, daß dem Cometen von 1770 eine Maſſe zuzuſchreiben iſt, die $^1/_{5000}$ der Maſſe der Erde noch nicht erreicht, ſo ſetzt er ſogar im allgemeinen die mittlere Maſſe der Cometen mit einer gewiſſen Wahrſcheinlichkeit tief unter $^1/_{100000}$ der Erdmaſſe (ungefähr $^1/_{1200}$ der Mondmaſſe) herab[24]. Man muß den Durchgang von Biela's Cometen durch unſere Erdbahn nicht mit ſeinem Zuſammentreffen mit der Erde oder ſeiner Nähe zu derſelben verwechſeln. Als am 29 October 1832 der Durchgang erfolgte, brauchte die Erde noch einen vollen Monat, um an den Durchſchnittspunkt beider Bahnen zu gelangen. Die zwei Cometen von kurzer Umlaufszeit ſchneiden ſich auch unter einander in ihren Bahnen; und man hat mit Recht bemerkt[25], daß bei den vielen Störungen, welche ſo kleine Weltkörper von den Planeten erleiden, ſie möglicherweiſe, wenn die Begegnung ſich um die Mitte des Octobers ereignen ſollte, dem Erdbewohner das wunderbare kosmiſche Schauſpiel des Kampfes: d. h. einer wechſelſeitigen Durchdringung, oder einer Agglutination, oder einer Zerſtörung durch erſchöpfende Ausſtrömung, gewähren könnten. Solche Ereigniſſe, Folgen der Ablenkung durch ſtörende Maſſen oder ſich primitiv kreuzender Bahnen,

mag es ſeit Millionen von Jahren in der Unermeßlichkeit ätheriſcher Räume viele gegeben haben: — iſolirte Begebenheiten, ſo wenig allgemein wirkend oder weltumgeſtaltend, als es in den engen irdiſchen Kreiſen der Ausbruch oder Einſturz eines Vulkanes ſind.

Ein dritter innerer Comet von kurzer Umlaufszeit iſt der im vorigen Jahre (22 November 1843) auf der Pariſer Sternwarte von Faye entdeckte. Seine elliptiſche Bahn kommt der kreisförmigen weit näher als die irgend eines bisher bekannten Cometen. Sie iſt eingeſchloſſen zwiſchen den Bahnen von Mars und Saturn. Faye's Comet, der nach Goldſchmidt noch über die Jupitersbahn hinausgeht, gehört alſo zu den ſehr wenigen, deren Sonnennähe jenſeits des Mars gefunden worden iſt. Seine Umlaufszeit iſt von $7^{29}/_{100}$ Jahren, und die Form ſeiner jetzigen Bahn verdankt er vielleicht ſeiner großen Annäherung an den Jupiter zu Ende des Jahres 1839.

Wenn wir die Cometen in ihren geſchloſſenen elliptiſchen Bahnen als Glieder unſeres Sonnenſyſtems nach der Länge der großen Axe, nach dem Maaße ihrer Excentricität und der Dauer ihres Umlaufs betrachten, ſo ſtehen wahrſcheinlich den drei planetariſchen Cometen von Encke, Biela und Faye in der Umlaufszeit am nächſten: der von Meſſier entdeckte Comet von 1766, den Clauſen für identiſch mit dem dritten Cometen von 1819 hält; und der vierte deſſelben Jahres, welcher, durch Blanpain entdeckt, aber von Clauſen für identiſch mit dem Cometen von 1743 gehalten, wie der Lexell'ſche, große Veränderungen ſeiner Bahn durch Nähe und Anziehung des Jupiter erlitten hat. Dieſe zwei letztgenannten Cometen ſcheinen ebenfalls eine

Umlaufszeit von nur 5 bis 6 Jahren zu haben, und ihre Sonnenfernen fallen in die Gegend der Jupitersbahn. Von 70- bis 76jährigem Umlaufe ſind der für Theorie und phyſiſche Aſtronomie ſo wichtig gewordene Halley'ſche Comet: deſſen letzte Erſcheinung (1835) weniger glänzend war, als man nach den früheren hätte vermuthen dürfen; der Comet von Olbers (6 März 1815), und der im Jahr 1812 von Pons entdeckte, deſſen elliptiſche Bahn von Encke beſtimmt ward. Beide letztere ſind dem bloßen Auge unſichtbar geblieben. Von dem großen Halley'ſchen Cometen kennen wir nun ſchon mit Gewißheit die neunmalige Wiederkehr: da durch Laugier's Rechnungen [26] neuerlich erwieſen worden iſt, daß in der von Eduard Biot gelieferten chineſiſchen Cometentafel die Bahn des Cometen von 1378 mit der des Halley'ſchen identiſch iſt. Die Umlaufszeit des letzteren hat von 1378 bis 1835 geſchwankt zwiſchen 74,91 und 77,58 Jahren: das Mittel war 76,1.

Mit den eben genannten Weltkörpern contraſtirt eine Schaar anderer Cometen, welche mehrere tauſend Jahre zu ihrem, nur ſchwer und unſicher zu beſtimmenden Umlauf brauchen. So bedarf der ſchöne Comet von 1811 nach Argelander 3065, der furchtbar große von 1680 nach Encke über 8800 Jahre. Dieſe Weltkörper entfernen ſich alſo von der Sonne 21- und 44mal weiter als Uranus, d. i. 8400 und 17600 Millionen Meilen. In ſo ungeheurer Entfernung wirkt noch die Anziehungskraft der Sonne; aber freilich legt der Comet von 1680 in der Sonnennähe 53 Meilen (über zwölfmal hunderttauſend Fuß), d. i. dreizehnmal mehr als die Erde: in der Sonnenferne kaum 10 Fuß in der Secunde zurück. Das iſt

nur dreimal mehr als die Geſchwindigkeit des Waſſers in unſern trägſten europäiſchen Flüſſen; es iſt die halbe Geſchwindigkeit, welche ich in einem Arm des Orinoco, dem Caſſiquiare, gefunden habe. Unter der zahlloſen Menge unberechneter oder nicht aufgefundener Cometen giebt es höchſt wahrſcheinlich viele, deren große Bahn-Axe die des Cometen von 1680 noch weit übertrifft. Um ſich nun einigermaßen durch Zahlen einen Begriff zu machen, ich ſage nicht von dem Attractionskreiſe, ſondern von der räumlichen Entfernung eines Fixſternes, einer andern Sonne, von dem Aphelium des Cometen von 1680 (des Weltkörpers unſres Syſtems, der ſich nach unſerer jetzigen Kenntniß am weiteſten entfernt): muß hier erinnert werden, daß nach den neueſten Parallaxen-Beſtimmungen der uns nächſte Fixſtern noch volle 250mal weiter von unſerer Sonne abſteht als der Comet in ſeiner Sonnenferne. Dieſe beträgt nur 44 Uranusweiten: wenn α des Centauren 11000, und mit noch größerer Sicherheit, nach Beſſel, 61 des Schwans 31000 Uranusweiten abſtehen.

Nach der Betrachtung der größten Entfernung der Cometen von dem Centralkörper bleibt uns übrig, die Beiſpiele der bisher gemeſſenen größten Nähe anzuführen. Den geringſten Abſtand eines Cometen von der Erde hat der durch die Störungen, die er von Jupiter erlitten, ſo berühmt gewordene Lexell-Burkardt'ſche Comet von 1770 erreicht. Er ſtand am 28 Junius nur um ſechs Mondfernen von der Erde ab. Derſelbe Comet iſt zweimal, 1767 und 1779, durch das Syſtem der vier Jupitersmonde gegangen, ohne die geringſte merkbare Veränderung in ihrer, ſo wohl ergründeten Bahn hervorzubringen. Acht-

bis neunmal näher, als der Lexell'ſche Comet der Erde kam, iſt aber der große Comet von 1680 in ſeinem Periheliuum der Oberfläche der Sonne gekommen. Er ſtand am 17 December nur um den ſechsten Theil des Sonnen-Durchmeſſers ab, d. i. $^{7}/_{10}$ einer Mond-Diſtanz. Perihele, welche die Marsbahn überſchreiten, ſind wegen Lichtſchwäche ferner Cometen für den Erdbewohner überaus ſelten zu beobachten; und von allen bisher berechneten Cometen iſt der von 1729 der einzige, welcher in die Sonnennähe trat mitten zwiſchen der Pallas- und Jupitersbahn: ja bis jenſeits der letzteren beobachtet werden konnte.

Seitdem wiſſenſchaftliche Kenntniſſe, einige gründliche neben vielen unklaren Halbkenntniſſen in größere Kreiſe des geſelligen Lebens eingedrungen ſind, haben die Beſorgniſſe vor den, wenigſtens möglichen Uebeln, mit denen die Cometenwelt uns bedroht, an Gewicht zugenommen. Die Richtung dieſer Beſorgniſſe iſt eine beſtimmtere geworden. Die Gewißheit, daß es innerhalb der bekannten Planetenbahnen wiederkehrende, unſere Regionen in kurzen Zeitabſchnitten heimſuchende Cometen giebt; die beträchtlichen Störungen, welche Jupiter und Saturn den Bahnen hervorbringen: wodurch unſchädlich ſcheinende in gefahrbringende Weltkörper verwandelt werden können; die unſere Erdbahn ſchneidende Bahn von Biela's Cometen; der kosmiſche Nebel, der als widerſtrebendes, hemmendes Fluidum alle Bahnen zu verengen ſtrebt; die individuelle Verſchiedenheit der Cometenkörper, welche beträchtliche Abſtufungen in der Quantität der Maſſe des Kernes vermuthen läßt: erſetzen durch Mannigfaltigkeit der Motive reichlich, was die früheren Jahrhunderte in der vagen Furcht vor brennenden Schwerd-

tern, vor einem durch Haarſterne zu erregenden allgemeinen Weltbrande zuſammenfaßten.

Da die Beruhigungsgründe, welche der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung entnommen werden, allein auf die denkende Betrachtung, auf den Verſtand, nicht auf die dumpfe Stimmung der Gemüther und auf die Einbildungskraft wirken; ſo hat man der neueren Wiſſenſchaft nicht ganz mit Unrecht vorgeworfen, daß ſie Beſorgniſſe zu zerſtören bemüht iſt, die ſie ſelbſt erregt hat. Es liegt tief in der trüben Natur des Menſchen, in einer ernſterfüllten Anſicht der Dinge, daß das Unerwartete, Außerordentliche nur Furcht, nicht Freude oder Hoffnung [27], erregt. Die Wundergeſtalt eines großen Cometen, ſein matter Nebelſchimmer, ſein plötzliches Auftreten am Himmelsgewölbe ſind unter allen Erdzonen und dem Volksſinne faſt immer als eine neue, grauenvolle, der alten Verkettung des Beſtehenden feindliche Macht erſchienen. Da das Phänomen nur an eine kurze Dauer gebunden iſt, ſo entſteht der Glaube, es müſſe ſich in den Weltbegebenheiten, den gleichzeitigen oder den nächſtfolgenden, abſpiegeln. Die Verkettung dieſer Weltbegebenheiten bietet dann leicht etwas dar, was man als das verkündete Unheil betrachten kann. Nur in unſerer Zeit hat ſich ſeltſamerweiſe eine andere und heitrere Richtung des Volksſinnes offenbart. Es iſt in deutſchen Gauen, in den anmuthigen Thälern des Rheins und der Moſel einem jener lange geſchmähten Weltkörper etwas Heilbringendes, ein wohlthätiger Einfluß auf das Gedeihen des Weinſtocks, zugeſchrieben worden. Entgegengeſetzte Erfahrungen, an denen es in unſerer cometenreichen Zeit nicht mangelt, haben den Glauben an jene meteorologiſche Mythe, an

daſ Daſein wärmeſtrahlender Irrſterne nicht erſchüttern können.

Ich gehe von den Cometen zu einer andern, noch viel räthſelhafteren Claſſe geballter Materie: zu den kleinſten aller Aſteroiden über, welche wir in ihrem fragmentariſchen Zuſtande, und in unſerer Atmoſphäre angelangt, mit dem Namen der Aërolithen oder Meteorſteine bezeichnen. Wenn ich bei dieſen, wie bei den Cometen, länger verweile, und Einzelheiten aufzähle, die einem allgemeinen Naturgemälde fremd bleiben ſollten; ſo iſt dies nur mit Abſicht geſchehen. Der ganz individuellen Charakter-Verſchiedenheit der Cometen iſt ſchon früher gedacht worden. Nach dem Wenigen, was wir bis jetzt von ihrer phyſiſchen Beſchaffenheit wiſſen, iſt es ſchwer, in einer Darſtellung, wie ſie hier gefordert wird, von wiederkehrenden, aber mit ſehr ungleicher Genauigkeit beobachteten Erſcheinungen das Gemeinſame aufzufaſſen, das Nothwendige von dem Zufälligen zu trennen. Nur die meſſende und rechnende Aſtronomie der Cometen hat bewundernswürdige Fortſchritte gemacht. Bei dieſem Zuſtande unſerer Kenntniſſe muß eine wiſſenſchaftliche Betrachtung ſich auf die phyſiognomiſche Verſchiedenheit der Geſtaltung in Kern und Schweif, auf die Beiſpiele großer Annäherung zu andern Weltkörpern, auf die Extreme in dem räumlichen Verhältniß der Bahnen und in der Dauer der Umlaufszeiten beſchränken. Naturwahrheit iſt bei dieſen Erſcheinungen wie bei den nächſtfolgenden nur durch Schilderung des Einzelnen und durch den lebendigen, anſchaulichen Ausdruck der Wirklichkeit zu erreichen.

Sternſchnuppen, Feuerkugeln und Meteorſteine ſind mit großer Wahrſcheinlichkeit als kleine, mit

planetariſcher Geſchwindigkeit ſich bewegende Maſſen zu betrachten, welche im Weltraume nach den Geſetzen der allgemeinen Schwere in Kegelſchnitten um die Sonne kreiſen. Wenn dieſe Maſſen in ihrem Laufe der Erde begegnen und, von ihr angezogen, an den Grenzen unſerer Atmoſphäre leuchtend werden; ſo laſſen ſie öfters mehr oder minder erhitzte, mit einer ſchwarzen glänzenden Rinde überzogene, ſteinartige Fragmente herabfallen. Bei aufmerkſamer Zergliederung von dem, was in den Epochen, wo Sternſchnuppenſchwärme periodiſch fielen (in Cumana 1799, in Nordamerika 1833 und 1834), beobachtet wurde, bleibt es nicht erlaubt die Feuerkugeln von den Sternſchnuppen zu trennen. Beide Phänomene ſind oft nicht bloß gleichzeitig und gemiſcht, ſie gehen auch in einander über: man möge die Größe der Scheiben, oder das Funkenſprühen, oder die Geſchwindigkeiten der Bewegung mit einander vergleichen. Während die platzenden, Rauch ausſtoßenden, ſelbſt in der Tropenhelle des Tages[28] alles erleuchtenden Feuerkugeln bisweilen den ſcheinbaren Durchmeſſer des Mondes übertreffen; ſind dagegen auch Sternſchnuppen in zahlloſer Menge von ſolcher Kleinheit geſehen worden, daß ſie in der Form fortſchreitender Punkte ſich nur wie phosphoriſche Linien[29] ſichtbar machten. Ob übrigens unter den vielen leuchtenden Körpern, die am Himmel als ſternähnliche Funken fortſchießen, nicht auch einige ganz verſchiedenartiger Natur ſind, bleibt bis jetzt unentſchieden. Wenn ich gleich nach meiner Rückkunft aus der Aequinoctial-Zone von dem Eindruck befangen war, als ſei mir unter den Tropen: in den heißeſten Ebenen, wie auf Höhen von zwölf- oder fünfzehn-tauſend Fuß, der Fall

der Sternſchnuppen häufiger, farbiger und mehr von langen glänzenden Lichtbahnen begleitet erſchienen wie in der gemäßigten und kalten Zone; ſo lag der Grund dieſes Eindruckes wohl nur in der herrlichen Durchſichtigkeit der Tropen=Atmoſphäre ſelbſt [30]. Man ſieht dort tiefer in den Dunſtkreis hinein. Auch Sir Alexander Burnes rühmt in Bokhara, als Folge der Reinheit des Himmels: „das entzückende, immer wiederkehrende Schauſpiel der vielen farbigen Sternſchnuppen".

Der Zuſammenhang der Meteorſteine mit dem größeren und glänzenderen Phänomen der Feuerkugeln, ja daß jene aus dieſen niederfallen und bisweilen 10 bis 15 Fuß tief in die Erde eindringen: iſt unter vielen anderen Beiſpielen durch die wohl beobachteten Aërolithenfälle zu Barbotan im Departement des Landes (24 Juli 1790), zu Siena (16 Juni 1794), zu Weſton in Connecticut (14 December 1807) und zu Juvenas im Ardèche=Departement (15 Juni 1821) erwieſen worden. Andere Erſcheinungen der Steinfälle ſind die, wo die Maſſen aus einem ſich bei heiterem Himmel plötzlich bildenden kleinen, ſehr dunkeln Gewölke, unter einem Getöſe, das einzelnen Kanonenſchüſſen gleicht, herabgeſchleudert werden. Ganze Landesſtrecken finden ſich bisweilen durch ein ſolches fortziehendes Gewölk mit Tauſenden von Fragmenten, ſehr ungleicher Größe, aber gleicher Beſchaffenheit, bedeckt. In ſeltneren Fällen, wie vor wenigen Monaten bei dem großen Aërolithen, der unter donnerartigem Krachen (16 Sept. 1843) zu Kleinwenden, unweit Mühlhauſen, fiel, war der Himmel helle und es entſtand kein Gewölk. Die nahe Verwandtſchaft zwiſchen Feuerkugeln und Sternſchnuppen zeigt ſich auch dadurch,

daß die erſten, Meteorſteine zur Erde herabſchleudernd, bisweilen (9 Juni 1822 zu Angers) kaum den Durchmeſſer der kleinen römiſchen Lichter in unſeren Feuerwerken hatten.

Was die formbildende Kraft, was der phyſiſche und chemiſche Proceß in dieſen Erſcheinungen iſt; ob die Theilchen, welche die dichte Maſſe des Meteorſteins bilden, urſprünglich, wie in dem Cometen, dunſtförmig von einander entfernt liegen, und ſich erſt dann, wenn ſie für uns zu leuchten beginnen, innerhalb der flammenden Feuerkugeln zuſammenziehen; was in der ſchwarzen Wolke vorgeht, in der es minutenlang donnert, ehe die Steine herabſtürzen; ob auch aus den kleinen Sternſchnuppen wirklich etwas Compactes, oder nur ein höherauch-artiger, eiſen- und nickelhaltiger Meteorſtaub[31] niederfällt: das alles iſt bis jetzt in großes Dunkel gehüllt. Wir kennen das räumlich Gemeſſene: die ungeheure, wunderſame, ganz planetariſche Geſchwindigkeit der Sternſchnuppen, der Feuerkugeln und der Meteorſteine; wir kennen das Allgemeine und in dieſer Allgemeinheit Einförmige der Erſcheinung: nicht den genetiſchen kosmiſchen Vorgang, die Folge der Umwandlungen. Kreiſen die Meteorſteine ſchon geballt zu dichten[32] Maſſen (doch minder dicht als die mittlere Dichtigkeit der Erde), ſo müſſen ſie im Innerſten der Feuerkugeln, aus deren Höhe und ſcheinbarem Durchmeſſer man bei den größeren auf einen wirklichen Durchmeſſer von 500 bis 2600 Fuß ſchließen kann, nur einen ſehr geringen, von entzündlichen Dämpfen oder Gas-Arten umhüllten Kern bilden. Die größten Meteormaſſen, die wir bisher kennen: die braſilianiſche von Bahia und die von Otumpa im Chaco, welche Rubi de Celis beſchrieben; haben 7 bis 7½ Fuß Länge. Der in dem ganzen

Alterthum ſo berühmte, ſchon in der Pariſchen Marmor=Chronik bezeichnete Meteorſtein von Aegos Potamoi (gefallen faſt in dem Geburtsjahre des Socrates) wird ſogar als von der Größe zweier Mühlſteine und dem Gewicht einer vollen Wagenlaſt beſchrieben. Trotz der vergeblich angewandten Bemühungen des afrikaniſchen Reiſenden Browne, habe ich nicht die Hoffnung aufgegeben, man werde einſt dieſe, ſo ſchwer zerſtörbare, thraciſche Meteormaſſe in einer den Europäern jetzt ſehr zugänglichen Gegend (nach 2312 Jahren) wieder auffinden. Der im Anfang des 10ten Jahrhunderts in den Fluß bei Narni gefallene ungeheure Aërolith ragte, wie ein von Pertz aufgefundenes Document bezeugt, eine volle Elle hoch über dem Waſſer hervor. Auch iſt zu bemerken, daß alle dieſe Maſſen alter und neuer Zeit doch eigentlich nur als Hauptfragmente von dem zu betrachten ſind, was in der Feuerkugel oder in dem dunkeln Gewölk durch Exploſion zertrümmert worden iſt. Wenn man die, mathematiſch erwieſene, ungeheure Geſchwindigkeit erwägt, mit welcher die Meteorſteine von den äußerſten Grenzen der Atmoſphäre bis zur Erde gelangen, oder als Feuerkugeln auf längerem Wege durch die Atmoſphäre und deren dichtere Schichten hinſtreichen; ſo wird es mir mehr als unwahrſcheinlich, daß erſt in dieſem kurzen Zeitraume die metallhaltige Steinmaſſe mit ihren eingeſprengten, vollkommen ausgebildeten Kryſtallen von Olivin, Labrador und Pyroxen ſollte aus dem dunſtförmigen Zuſtande zu einem feſten Kerne zuſammengeronnen ſein.

Was herabfällt, hat übrigens, ſelbſt dann, wenn die innere Zuſammenſetzung chemiſch noch verſchieden iſt, faſt immer den eigenthümlichen Charakter eines Fragments; oft

eine prismatoidiſche oder verſchobene Pyramidal-Form, mit breiten, etwas gebogenen Flächen und abgerundeten Ecken. Woher aber dieſe, von Schreibers zuerſt erkannte Form eines abgeſonderten Stückes in einem rotirenden planetariſchen Körper? Auch hier, wie in der Sphäre des organiſchen Lebens, iſt alles dunkel, was der Entwickelungsgeſchichte angehört. Die Meteormaſſen fangen an zu leuchten und ſich zu entzünden in Höhen, die wir faſt als luftleer betrachten müſſen, oder die nicht $^1/_{100000}$ Sauerſtoff enthalten. Biot's neue Unterſuchungen über das wichtige Crepuſcular-Phänomen [33] erniedrigen ſogar beträchtlich die Linie, welche man, vielleicht etwas gewagt, die Grenze der Atmoſphäre zu nennen pflegt; aber Lichtproceſſe können ohne Gegenwart des umgebenden Sauerſtoffs vorgehen, und Poiſſon dachte ſich die Entzündung der Aërolithen weit jenſeits unſeres luftförmigen Dunſtkreiſes. Nur das, was der Berechnung und einer geometriſchen Meſſung zu unterwerfen iſt, führt uns bei den Meteorſteinen, wie bei den größeren Weltkörpern des Sonnenſyſtems, auf einen feſten und ſichreren Boden. Obgleich Halley ſchon die große Feuerkugel von 1686, deren Bewegung der Bewegung der Erde in ihrer Bahn entgegengeſetzt war [34], für ein kosmiſches Phänomen erklärte; ſo iſt es doch erſt Chladni geweſen, welcher in der größten Allgemeinheit (1794) den Zuſammenhang zwiſchen den Feuerkugeln und den aus der Atmoſphäre herabgefallenen Steinen, wie die Bewegung der erſteren im Weltraume [35], auf das ſcharfſinnigſte erkannt hat. Eine glänzende Beſtätigung der Anſicht des kosmiſchen Urſprungs ſolcher Erſcheinungen hat Deniſon Olmſted zu New-Haven (Maſſachuſetts) dadurch geliefert, daß er erwieſen hat,

wie bei dem ſo berühmt gewordenen Sternſchnuppenſchwarme in der Nacht vom 12 zum 13 November 1833, nach dem Zeugniß aller Beobachter, die Feuerkugeln und Sternſchnuppen insgeſammt von einer und derſelben Stelle am Himmelsgewölbe, nahe bei γ Leonis, ausgingen: und von dieſem Ausgangspunkte nicht abwichen, obgleich der Stern während der langen Dauer der Beobachtung ſeine ſcheinbare Höhe und ſein Azimuth veränderte. Eine ſolche Unabhängigkeit von der Rotation der Erde bewies, daß die leuchtenden Körper von außen, aus dem Weltraume, in unſre Atmoſphäre gelangten. Nach Encke's Berechnung [36] ſämmtlicher Beobachtungen, die in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwiſchen den Breiten von 35° und 42° angeſtellt worden ſind, kamen ſie alle aus dem Punkte des Weltraums, auf welchen zu derſelben Epoche die Bewegung der Erde gerichtet war. Auch in den wiederkehrenden Sternſchnuppenſchwärmen des Novembers von 1834 und 1837 in Nordamerika, wie in dem analogen 1838 zu Bremen beobachteten, wurden der allgemeine Parallelismus der Bahnen und die Richtung der Meteore aus dem Sternbild des Löwen erkannt. Wie bei periodiſchen Sternſchnuppen überhaupt eine mehr parallele Richtung als bei den gewöhnlichen ſporadiſchen, ſo glaubt man auch in dem periodiſch wiederkehrenden Auguſt-Phänomen (Strom des heil. Laurentius) bemerkt zu haben, daß die Meteore 1839 größtentheils von einem Punkte zwiſchen dem Perſeus und dem Stier kamen; gegen das letztere Sternbild bewegte ſich damals die Erde. Dieſe Eigenheit des Phänomens (der Richtung rückläufiger Bahnen im November und im Auguſt) verdient beſonders

durch künftige recht genaue Beobachtungen bekräftigt oder widerlegt zu werden.

Die Höhe der Sternſchnuppen, d. h. des Anfangs und Endes ihrer Sichtbarkeit, iſt überaus verſchieden, und ſchwankt zwiſchen 4 und 35 Meilen. Dies wichtige Reſultat und die ungeheure Geſchwindigkeit der problematiſchen Aſteroiden ſind zuerſt von Benzenberg und Brandes durch gleichzeitige Beobachtungen und Parallaxen-Beſtimmungen, an den Endpunkten einer Standlinie von 46000 Fuß Länge, gefunden worden [37]. Die relative Geſchwindigkeit der Bewegung iſt 4½ bis 9 Meilen in der Secunde, alſo der der Planeten gleich. Eine ſolche planetariſche Geſchwindigkeit [38], wie auch die oft bemerkte Richtung der Feuerkugel- und Sternſchnuppen-Bahnen, der Bewegungs-Richtung der Erde entgegengeſetzt, werden als Hauptmomente in der Widerlegung des Urſprungs der Aërolithen aus ſogenannten, noch thätigen Mondvulkanen betrachtet. Die Annahme einer mehr oder minder großen vulkaniſchen Kraft auf einem kleinen, von keinem Luftkreiſe umgebenen Weltkörper iſt aber, ihrer Natur nach, numeriſch überaus willkührlich. Es kann die Reaction des Inneren eines Weltkörpers gegen ſeine Rinde zehn-, ja hundertmal kräftiger gedacht werden als bei unſern jetzigen Erdvulkanen. Auch die Richtung der Maſſen, welche von einem weſtöſtlich umlaufenden Satelliten ausgeſchleudert werden, kann dadurch rückläufig ſcheinen, daß die Erde in ihrer Bahn ſpäter an den Punkt derſelben gelangt, den jene Maſſen berühren. Wenn man indeß den Umfang der Verhältniſſe erwägt, die ich ſchon in dieſem Naturgemälde habe aufzählen müſſen, um dem Verdacht unbegründeter Behauptungen zu entgehen, ſo

findet man die Hypotheſe des ſelenitiſchen Urſprunges [39] der Meteorſteine von einer Mehrzahl von Bedingungen abhängig, deren zufälliges Zuſammentreffen allein das bloß Mögliche als ein Wirkliches geſtalten kann. Einfacher und anderen Vermuthungen über die Bildung des Sonnenſyſtems analoger ſcheint die Annahme eines urſprünglichen Daſeins kleiner planetariſcher Maſſen im Weltraume.

Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ein großer Theil dieſer kosmiſchen Körper die Nähe unſeres Dunſtkreiſes unzerſtört durchſtreichen, um ihre, durch Anziehung der Erdmaſſe nur in der Excentricität veränderte Bahn um die Sonne fortzuſetzen. Man kann glauben, daß dieſelben uns nach mehreren Umläufen und vielen Jahren erſt wieder ſichtbar werden. Die ſogenannten aufwärts ſteigenden Sternſchnuppen und Feuerkugeln, welche Chladni nicht glücklich durch Reflexion ſtark zuſammengepreßter Luft zu erklären ſuchte, erſchienen auf den erſten Anblick als die Folge einer räthſelhaften, die Körper von der Erde entfernenden Wurfgeſchwindigkeit; aber Beſſel hat theoretiſch erwieſen und durch Feldt's ſorgfältige Rechnungen beſtätigt gefunden, daß (bei dem Mangel an vollkommener Gleichzeitigkeit des beobachteten Verſchwindens) unter den veröffentlichten Beobachtungen keine vorkomme, welche der Annahme des Aufſteigens eine Wahrſcheinlichkeit gäbe, und erlaubte ſie als ein Reſultat der Beobachtungen anzuſehen [40]. Ob, wie Olbers glaubt, das Zerſpringen von Sternſchnuppen und rauchend flammenden, nicht immer geradlinig bewegten Feuerkugeln die Meteore nach Raketenart in die Höhe treiben, und ob es in gewiſſen Fällen auf die Richtung ihrer Bahn einwirken könne: muß der Gegenſtand neuer Beobachtungen werden.

Die Sternſchnuppen fallen entweder vereinzelt und ſelten, alſo ſporadiſch: oder in Schwärmen zu vielen Tauſenden; die letzteren Fälle (arabiſche Schriftſteller vergleichen ſie mit Heuſchrecken-Schaaren) ſind periodiſch und bewegen ſich in Strömen von meiſt paralleler Richtung. Unter den periodiſchen Schwärmen ſind bis jetzt die berühmteſten geworden das ſogenannte November-Phänomen (12—14 November), und das des Feſtes des heil. Laurentius (10 Auguſt): deſſen „feuriger Thränen" in England ſchon längſt in einem Kirchen-Calender wie in alten Traditionen [41] als einer wiederkehrenden meteorologiſchen Begebenheit gedacht wird. Ohnerachtet bereits in der Nacht vom 12—13 November 1823 nach Klöden in Potsdam, und 1832 in ganz Europa: von Portsmouth bis Orenburg am Ural-Fluſſe, ja ſelbſt in der ſüdlichen Hemiſphäre in Ile de France, ein großes Gemiſch von Sternſchnuppen und Feuerkugeln der verſchiedenſten Größe geſehen worden war; ſo leitete doch eigentlich erſt der ungeheure Sternſchnuppenſchwarm, den Olmſted und Palmer in Nordamerika am 12—13 November 1833 beobachteten und in dem an Einem Orte, wie Schneeflocken zuſammengedrängt, während neun Stunden wenigſtens 240000 fielen, auf die Periodicität der Erſcheinung: auf die Idee, daß große Sternſchnuppenſchwärme an gewiſſe Tage geknüpft ſind. Palmer in New-Haven erinnerte ſich des Meteorfalls von 1799, den Ellicot und ich zuerſt beſchrieben haben [42]; und von dem durch die Zuſammenſtellung des Beobachteten, welche ich gegeben, erwieſen worden iſt, daß er im Neuen Continent gleichzeitig vom Aequator bis zu Neu-Herrnhut in Grönland (Br. 64° 14′) zwiſchen 46° und 82° der Länge

geſehen wurde. Man erkannte mit Erſtaunen die Identität der Zeitepoche. Der Strom, der am ganzen Himmelsgewölbe am 12—13 November 1833 von Jamaica bis Boſton (Br. 40° 21′) geſehen wurde, wiederholte ſich 1834 in der Nacht vom 13—14 November in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, doch mit etwas geringerer Intenſität. In Europa hat ſich ſeine Periodicität ſeitdem mit großer Regelmäßigkeit beſtätigt.

Ein zweiter, eben ſo regelmäßig eintretender Sternſchnuppenſchwarm, als das November-Phänomen, iſt der des Auguſt-Monats, der Strom des heil. Laurentius (9—14 Auguſt). Muſchenbroek[43] hatte ſchon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts auf die Häufigkeit der Meteore im Auguſt-Monat aufmerkſam gemacht; aber ihre periodiſche ſichere Wiederkehr um die Epoche des Laurentius-Feſtes haben erſt Quetelet, Olbers und Benzenberg erwieſen. Man wird mit der Zeit gewiß noch andere periodiſch wiederkehrende Ströme[44] entdecken: vielleicht um den 22—25 April, wie zwiſchen dem 6—12 December, und wegen der von Capocci aufgezählten wirklichen Aërolithenfälle am 27—29 November oder 17 Julius.

So unabhängig ſich auch alle bisher beobachtete Erſcheinungen von der Polhöhe, der Luft-Temperatur und andern klimatiſchen Verhältniſſen gezeigt haben, ſo iſt doch dabei eine, vielleicht nur zufällig begleitende Erſcheinung nicht ganz zu überſehen. Das Nordlicht war von großer Intenſität während der prachtvollſten aller dieſer Naturbegebenheiten, während der, welche Olmſted (12—13 November 1833) beſchrieben hat. Es wurde auch in Bremen 1838 beobachtet, wo aber der periodiſche Meteorfall minder

auffallend als in Richmond bei London war. Ich habe auch in einer andern Schrift der ſonderbaren und mir oft mündlich beſtätigten Beobachtung des Admirals Wrangel [45] erwähnt: der an den ſibiriſchen Küſten des Eismeers, während des Nordlichtes, gewiſſe Regionen des Himmelsgewölbes, die nicht leuchteten, ſich ſtets entzünden und dann fortglühen ſah, wenn eine Sternſchnuppe ſie durchſtrich.

Die verſchiedenen Meteorſtröme, jeder aus Myriaden kleiner Weltkörper zuſammengeſetzt, ſchneiden wahrſcheinlich unſere Erdbahn, wie es der Comet von Biela thut. Die Sternſchnuppen-Aſteroiden würde man ſich nach dieſer Anſicht als einen geſchloſſenen Ring bildend und in demſelben einerlei Bahn befolgend vorſtellen können. Die ſogenannten kleinen Planeten zwiſchen Mars und Jupiter bieten uns, mit Ausſchluß der Pallas, in ihren ſo engverſchlungenen Bahnen ein analoges Verhältniß dar. Ob Veränderungen in den Epochen, zu welchen der Strom uns ſichtbar wird, ob Verſpätungen der Erſcheinungen, auf die ich ſchon lange aufmerkſam gemacht habe, ein regelmäßiges Fortrücken oder Schwanken der Knoten (der Durchſchnittspunkte der Erdbahn und der Ringe) andeuten; oder ob bei ungleicher Gruppirung und bei ſehr ungleichen Abſtänden der kleinen Körper von einander die Zone eine ſo beträchtliche Breite hat, daß die Erde ſie erſt in mehreren Tagen durchſchneiden kann: darüber iſt jetzt noch nicht zu entſcheiden. Das Mondſyſtem des Saturn zeigt uns ebenfalls eine Gruppe innigſt mit einander verbundener Weltkörper von ungeheurer Breite. In dieſer Saturns-Gruppe iſt die Bahn des äußerſten (ſiebenten) Mondes von einem ſo beträchtlichen Durchmeſſer, daß die Erde in ihrer Bahn um die Sonne einen gleichen Raum

erſt in drei Tagen zurücklegen würde. Wenn in einem der geſchloſſenen Ringe, welche wir uns als die Bahnen der periodiſchen Ströme bezeichnend denken, die Aſteroiden dergeſtalt ungleich vertheilt ſind, daß es nur wenige dicht gedrängte und ſchwarm-erregende Gruppen darin giebt; ſo begreift man, warum glänzende Phänomene wie die im November 1799 und 1833 überaus ſelten ſind. Der ſcharfſinnige Olbers war geneigt die Wiederkehr der großen Erſcheinung, in der Sternſchnuppen mit Feuerkugeln gemengt wie Schneeflocken fielen, erſt für den 12—14 November 1867 zu verkündigen.

Bisweilen iſt der Strom der November-Aſteroiden nur in einem ſchmalen Erdraume ſichtbar geworden. So zeigte er ſich z. B. im Jahre 1837 in England in großer Pracht als meteoric shower, während daß ein ſehr aufmerkſamer und geübter Beobachter zu Braunsberg in Preußen in derſelben Nacht, die dort ununterbrochen heiter war, von 7 Uhr Abends bis Sonnenaufgang nur einige wenige, ſporadiſch fallende Sternſchnuppen ſah. Beſſel ſchloß [16] daraus: „daß eine wenig ausgedehnte Gruppe des großen mit jenen Körpern gefüllten Ringes in England bis zur Erde gelangt iſt, während daß eine öſtlich gelegene Länderſtrecke durch eine verhältnißmäßig leere Gegend des Meteorringes ging." Erhält die Annahme eines regelmäßigen Fortrückens oder eines durch Perturbationen verurſachten Schwankens der Knotenlinie mehr Wahrſcheinlichkeit, ſo gewinnt das Auffinden älterer Beobachtungen ein beſonderes Intereſſe. Die chineſiſchen Annalen, in denen neben der Erſcheinung von Cometen auch große Sternſchnuppenſchwärme angegeben werden, reichen bis

über die Zeiten des Tyrtäus oder des zweiten meſſeniſchen Krieges hinaus. Sie beſchreiben zwei Ströme im März-Monat, deren einer 687 Jahre älter als unſere chriſtliche Zeitrechnung iſt. Eduard Biot hat ſchon bemerkt, daß unter den 52 Erſcheinungen, welche er in den chineſiſchen Annalen geſammelt, die am häufigſten wiederkehrenden die wären, welche dem 20—22 Julius (a. St.) nahe liegen und daher wohl der, jetzt vorgerückte Strom des heil. Laurentius ſein könnten [47]. Iſt der von Boguslawski dem Sohne in Benessii de Horowic Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgefundene Sternſchnuppenfall vom 21 October 1366 (a. St.) unſer jetziges November-Phänomen, aber damals bei hellem Tage geſehen, ſo lehrt die Fortrückung in 477 Jahren, daß dies Sternſchnuppen-Syſtem (d. i. ſein gemeinſchaftlicher Schwerpunkt) eine rückläufige Bahn um die Sonne beſchreibt. Es folgt auch aus den hier entwickelten Anſichten, daß, wenn Jahre vergehen, in denen beide bisher erforſchte Ströme (der November- und der Laurentius-Strom) in keinem Theile der Erde beobachtet würden; die Urſache davon entweder in der Unterbrechung des Ringes (d. h. in den Lücken, welche die auf einander folgenden Aſteroiden-Gruppen laſſen) oder, wie Poiſſon will, in der Einwirkung der größeren Planeten [48] auf die Geſtalt und Lage des Ringes liegt.

Die feſten Maſſen, welche man bei Nacht aus Feuerkugeln, bei Tage, und meiſt bei heiterem Himmel, aus einem kleinen dunkeln Gewölk unter vielem Getöſe und beträchtlich erhitzt (doch nicht rothglühend) zur Erde fallen ſieht; zeigen im ganzen, ihrer äußeren Form, der Beſchaffenheit ihrer Rinde und der chemiſchen Zuſammenſetzung

ihrer Hauptbeſtandtheile nach, eine unverkennbare Uebereinſtimmung. Sie zeigen dieſelbe durch alle Jahrhunderte und in den verſchiedenſten Regionen der Erde, in denen man ſie geſammelt hat. Aber eine ſo auffallende und früh behauptete phyſiognomiſche Gleichheit der dichten Meteormaſſen leidet im einzelnen mancherlei Ausnahmen. Wie verſchieden ſind die leicht ſchmiedbaren Eiſenmaſſen von Hradſchina im Agramer Comitate; oder die von den Ufern des Siſim in dem Jeniſeiſker Gouvernement, welche durch Pallas berühmt geworden ſind; oder die, welche ich aus Mexico [49] mitgebracht: Maſſen, die alle $^{96}/_{100}$ Eiſen enthalten: von den Aërolithen von Siena, deren Eiſengehalt kaum $^{2}/_{100}$ beträgt; von dem erdigen, in Waſſer zerfallenden Meteorſtein von Alais (im Dep. du Gard), und von Jonzac und Juvenas: die, ohne metalliſches Eiſen, ein Gemenge oryctognoſtiſch unterſcheidbarer, kryſtalliniſch geſonderter Beſtandtheile darbieten! Dieſe Verſchiedenheiten haben auf die Eintheilung der kosmiſchen Maſſen in zwei Claſſen: nickelhaltiges Meteor-Eiſen und fein- oder grobkörnige Meteorſteine, geführt. Sehr charakteriſtiſch iſt die, nur einige Zehntel einer Linie dicke, oft pechartig glänzende, bisweilen geäderte Rinde [50]. Sie hat bisher, ſo viel ich weiß, nur im Meteorſtein von Chantonnay in der Vendée gefehlt: der dagegen, was eben ſo ſelten iſt, Poren und Blaſenräume wie der Meteorſtein von Juvenas zeigt. Ueberall iſt die ſchwarze Rinde von der hellgrauen Maſſe eben ſo ſcharf abgeſchnitten als der ſchwarze bleifarbene Ueberzug der weißen Granitblöcke [51], die ich aus den Cataracten des Orinoco mitgebracht und die auch vielen Cataracten anderer Erdtheile (z. B. dem Nil- und dem Congo-Fluſſe) eigen

ſind. Im ſtärkſten Feuer der Porzellan=Oefen kann man nichts hervorbringen, was der ſo rein von der unveränderten Grundmaſſe abgeſchiedenen Rinde der Aërolithen ähnlich wäre. Man will zwar hier und da etwas bemerkt haben, was auf das Einkneten von Fragmenten könnte ſchließen laſſen; aber im allgemeinen deuten die Beſchaffenheit der Grundmaſſe, der Mangel von Abplattung durch den Fall, und die nicht ſehr beträchtliche Erhitzung bei erſter Berührung des eben gefallenen Meteorſteins keinesweges auf das Geſchmolzen=Sein des Inneren in dem ſchnell zurückgelegten Wege von der Grenze der Atmoſphäre zur Erde hin.

Die chemiſchen Elemente, aus denen die Meteormaſſen beſtehen und über welche Berzelius ein ſo großes Licht verbreitet hat, ſind dieſelben, welche wir zerſtreut in der Erdrinde antreffen: 8 Metalle (Eiſen, Nickel, Kobalt, Mangan, Chrom, Kupfer, Arſenik und Zinn), 5 Erdarten: Kali und Natron, Schwefel, Phosphor und Kohle; im ganzen $^1/_3$ aller uns bisher bekannten ſogenannten einfachen Stoffe. Trotz dieſer Gleichheit der letzten Beſtandtheile, in welche unorganiſche Körper chemiſch zerſetzt werden, hat das Anſehen der Meteormaſſen doch durch die Art der Zuſammenſetzung ihrer Beſtandtheile im allgemeinen etwas fremdartiges, den irdiſchen Gebirgsarten und Felsmaſſen unähnliches. Das faſt in allen eingeſprengte gediegene Eiſen giebt ihnen einen eigenthümlichen, aber deshalb nicht ſelenitiſchen Charakter: denn auch in anderen Welträumen und Weltkörpern, außerhalb des Mondes, kann Waſſer ganz fehlen und können Oxydations=Proceſſe ſelten ſein.

Die kosmiſchen Schleimblaſen, die organiſchen noſtoc-ähnlichen Maſſen, welche den Sternſchnuppen ſeit dem Mittelalter zugeſchrieben werden, die Schwefelkieſe von Sterlitamak (weſtlich vom Ural-Gebirge), die das Innere von Hagelkörnern ſollen gebildet haben [52]; gehören zu den Mythen der Meteorologie. Nur das feinkörnige Gewebe, nur die Einmengung von Olivin, Augit und Labrador [53] geben einigen Aërolithen (z. B. den dolerit-ähnlichen von Juvenas im Ardèche-Departement), wie Guſtav Roſe gezeigt hat, ein mehr heimiſches Anſehn. Dieſe enthalten nämlich kryſtalliniſche Subſtanzen, ganz denen unſerer Erdrinde gleich; und in der ſibiriſchen Meteor-Eiſenmaſſe von Pallas zeichnet ſich der Olivin nur durch Mangel von Nickel aus, der dort durch Zinn-Oxyd erſetzt iſt [54]. Da die Meteor-Olivine, wie die unſrer Baſalte, 47 bis 49 Hunderttheile Talkerde enthalten und in den Meteorſteinen nach Berzelius meiſt die Hälfte der erdigen Beſtandtheile ausmachen, ſo muß man nicht über den großen Gehalt an Silicaten von Talkerde in dieſen kosmiſchen Maſſen erſtaunen. Wenn der Aërolith von Juvenas trennbare Kryſtalle von Augit und Labrador enthält, ſo wird es durch das numeriſche Verhältniß der Beſtandtheile auf's wenigſte wahrſcheinlich, daß die Meteormaſſen von Chateau Renard ein aus Hornblende und Albit beſtehender Diorit, die von Blanſko und Chantonnay ein Gemenge von Hornblende und Labrador ſind. Die Beweiſe, welche man von den eben berührten oryctognoſtiſchen Aehnlichkeiten für einen telluriſchen und atmoſphäriſchen Urſprung der Aërolithen hernehmen will, ſcheinen mir nicht von großer Stärke. Warum ſollten, und ich könnte mich auf ein merkwürdiges Geſpräch von

Newton und Conduit in Kenſington berufen[55], die Stoffe, welche zu Einer Gruppe von Weltkörpern, zu Einem Planetenſyſteme gehören, nicht großentheils dieſelben ſein können? warum ſollten ſie es nicht, wenn man vermuthen darf, daß dieſe Planeten, wie alle größeren und kleineren geballten um die Sonne kreiſenden Maſſen, ſich aus der einigen, einſt weit ausgedehnteren Sonnen-Atmoſphäre, wie aus dunſtförmigen Ringen abgeſchieden haben, die anfänglich um den Centralkörper ihren Kreislauf beſchrieben? Wir ſind, glaube ich, nicht mehr berechtigt Nickel und Eiſen, Olivin und Pyroxen (Augit) in den Meteorſteinen ausſchließlich irdiſch zu nennen: als ich mir erlauben würde deutſche Pflanzen, die ich jenſeits des Obi fand, als europäiſche Arten der nord-aſiatiſchen Flora zu bezeichnen. Sind in einer Gruppe von Weltkörpern verſchiedenartiger Größe die Elementarſtoffe dieſelben, warum ſollten ſie nicht auch, ihrer gegenſeitigen Anziehung folgend, ſich nach beſtimmten Miſchungsverhältniſſen geſtalten können? in der Polarzone des Mars zu weißglänzendem Schnee und Eis; in anderen, kleineren kosmiſchen Maſſen zu Gebirgsarten, welche Olivin-, Augit- und Labrador-Kryſtalle einſchließen? Auch in der Region des bloß Muthmaßlichen darf nicht eine ungeregelte, auf alle Induction verzichtende Willkühr der Meinungen herrſchen.

Wunderſame, nicht durch vulkaniſche Aſche oder Höherauch (Moorrauch) erklärbare Verfinſterungen der Sonnenſcheibe, während Sterne bei vollem Mittag zu ſehen waren (wie die dreitägige Verfinſterung im Jahre 1547 um die Zeit der verhängnißvollen Schlacht bei Mühlberg), wurden von Kepler bald einer materia cometica, bald einem ſchwarzen

Gewölk, das ruſſige Ausdünſtungen des Sonnenkörpers erzeugen, zugeſchrieben. Kürzere, drei- und ſechsſtündige Verdunkelungen in den Jahren 1090 und 1203 erklärten Chladni und Schnurrer durch vorbeiziehende Meteormaſſen. Seitdem die Sternſchnuppenſtröme, nach der Richtung ihrer Bahn, als ein geſchloſſener Ring betrachtet werden, ſind die Epochen jener räthſelhaften Himmelserſcheinungen in einen merkwürdigen Zuſammenhang mit den regelmäßig wiederkehrenden Sternſchnuppenſchwärmen geſetzt worden. Adolph Erman hat mit vielem Scharfſinn und genauer Zergliederung der bisher geſammelten Thatſachen auf das Zuſammentreffen der Conjunction der Sonne ſowohl mit den Auguſt-Aſteroiden (7 Februar) als mit den November-Aſteroiden (12 Mai: um die Zeit der im Volksglauben verrufenen kalten Tage Mamertus, Pancratius und Servatius) aufmerkſam gemacht[56].

Die griechiſchen Naturphiloſophen: der größeren Zahl nach wenig zum Beobachten geneigt, aber beharrlich und unerſchöpflich in der vielfältigſten Deutung des Halb-Wahrgenommenen, haben über Sternſchnuppen und Meteorſteine Anſichten hinterlaſſen, von denen einige mit den jetzt ziemlich allgemein angenommenen von dem kosmiſchen Vorgange der Erſcheinungen auffallend übereinſtimmen. „Sternſchnuppen", ſagt Plutarch[57] im Leben des Lyſander, „ſind nach der Meinung einiger Phyſiker nicht Auswürfe und Abflüſſe des ätheriſchen Feuers, welches in der Luft unmittelbar nach der Entzündung erlöſche: noch auch eine Entzündung und Entflammung der Luft, die in der oberen Region ſich in Menge aufgelöſt habe; ſie ſind vielmehr ein Fall himmliſcher Körper: dergeſtalt, daß ſie

durch eine gewiſſe Nachlaſſung der Schwungkraft und durch den Wurf einer unregelmäßigen Bewegung herabgeſchleudert werden, nicht bloß nach der bewohnten Erde, ſondern auch außerhalb in das große Meer: weshalb man ſie dann nicht findet." Noch deutlicher ſpricht ſich Diogenes von Apollonia [58] aus. Nach ſeiner Anſicht „bewegten ſich, zuſammen mit den ſichtbaren, unſichtbare Sterne, die eben deshalb keine Namen haben. Dieſe fallen oft auf die Erde herab und erlöſchen, wie der bei Aegos Potamoi feurig herabgefallene ſteinerne Stern." Der Apolloniate, welcher auch alle übrigen Geſtirne (die leuchtenden) für bimsſteinartige Körper hält, gründete wahrſcheinlich ſeine Meinung von Sternſchnuppen und Meteormaſſen auf die Lehre des Anaxagoras von Klazomenä, der ſich alle Geſtirne (alle Körper im Weltraume) „als Felsſtücke" dachte, „die der feurige Aether in der Stärke ſeines Umſchwunges von der Erde abgeriſſen und, entzündet, zu Sternen gemacht habe". In der ioniſchen Schule fielen alſo, nach der Deutung des Diogenes von Apollonia, wie ſie uns überliefert worden iſt, Aërolithen und Geſtirne in eine und dieſelbe Claſſe. Beide ſind der erſten Entſtehung nach gleich telluriſch: aber nur in dem Sinne, als habe die Erde, als Centralkörper, einſt [59] um ſich her alles ſo gebildet, wie, nach unſern heutigen Ideen, die Planeten eines Syſtems aus der erweiterten Atmoſphäre eines andern Centralkörpers, der Sonne, entſtehen. Dieſe Anſichten ſind alſo nicht mit dem zu verwechſeln, was man gemeinhin telluriſchen oder atmoſphäriſchen Urſprung der Meteorſteine nennt; oder gar mit der wunderbaren Vermuthung

des Ariſtoteles, nach welcher die ungeheure Maſſe von Aegos Potamoi durch Sturmwinde gehoben worden ſei.

Eine vornehm thuende Zweifelſucht, welche Thatſachen verwirft, ohne ſie ergründen zu wollen, iſt in einzelnen Fällen faſt noch verderblicher als unkritiſche Leichtgläubigkeit. Beide hindern die Schärfe der Unterſuchung. Obgleich ſeit drittehalb-tauſend Jahren die Annalen der Völker von Steinfällen erzählen, mehrere Beiſpiele derſelben durch unverwerfliche Augenzeugen außer allem Zweifel geſetzt waren, die Bätylien einen wichtigen Theil des Meteor-Cultus der Alten ausmachten, und die Begleiter von Cortes in Cholula den Aërolithen ſahen, welcher auf die nahe Pyramide gefallen war; obgleich Chalifen und mongoliſche Fürſten ſich von friſch gefallenen Meteorſteinen hatten Schwerdter ſchmieden laſſen, ja Menſchen durch vom Himmel gefallene Steine erſchlagen wurden (ein Frate zu Crema am 4 September 1511, ein anderer Mönch in Mailand 1650, zwei ſchwediſche Matroſen auf einem Schiffe 1674): ſo iſt doch bis auf Chladni, der ſchon durch die Entdeckung ſeiner Klangfiguren ſich ein unſterbliches Verdienſt um die Phyſik erworben hatte, ein ſo großes kosmiſches Phänomen faſt unbeachtet, in ſeinem innigen Zuſammenhange mit dem übrigen Planetenſyſteme unerkannt geblieben. Wer aber durchdrungen iſt von dem Glauben an dieſen Zuſammenhang: den kann, wenn er für geheimnißvolle Natureindrücke empfänglich iſt, nicht etwa bloß die glänzende Erſcheinung der Meteorſchwärme, wie im November-Phänomen und in der Nacht des heil. Laurentius, ſondern auch jeder einſame Sternenſchuß mit ernſten Betrachtungen erfüllen. Hier tritt plötzlich Bewegung auf mitten in dem Schauplatz

nächtlicher Ruhe. Es belebt und es regt ſich auf Augenblicke in dem ſtillen Glanze des Firmaments. Wo mit mildem Lichte die Spur des fallenden Sternes aufglimmt, verſinnlicht ſie am Himmelsgewölbe das Bild einer meilenlangen Bahn; die brennenden Aſteroiden erinnern uns an das Daſein eines überall ſtofferfüllten Weltraums. Vergleichen wir das Volum des innerſten Saturnstrabanten oder das der Ceres mit dem ungeheuren Volum der Sonne, ſo verſchwinden in unſerer Einbildungskraft die Verhältniſſe von groß und klein. Schon das Verlöſchen plötzlich auflodernder Geſtirne in der Caſſiopea, im Schwan und im Schlangenträger führt zu der Annahme dunkler Weltkörper. In kleine Maſſen geballt, kreiſen die Sternſchnuppen-Aſteroiden um die Sonne, durchſchneiden cometenartig die Bahnen der leuchtenden großen Planeten und entzünden ſich, der Oberfläche unſeres Dunſtkreiſes nahe oder in den oberſten Schichten deſſelben.

Mit allen andern Weltkörpern, mit der ganzen Natur jenſeits unſerer Atmoſphäre ſtehen wir nur im Verkehr mittelſt des Lichtes; mittelſt der Wärmeſtrahlen, die kaum vom Lichte zu trennen ſind [60]; und durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Maſſen nach der Quantität ihrer Körpertheile auf unſern Erdball, auf den Ocean und die Luftſchichten ausüben. Eine ganz andere Art des kosmiſchen, recht eigentlich materiellen Verkehrs erkennen wir im Fall der Sternſchnuppen und Meteorſteine, wenn wir ſie für planetariſche Aſteroiden halten. Es ſind nicht mehr Körper, die aus der Ferne bloß durch Erregung von Schwingungen leuchtend oder wärmend einwirken, oder durch Anziehung bewegen und bewegt werden:

es ſind materielle Theile ſelbſt, welche aus dem Weltraume in unſere Atmoſphäre gelangen und unſerm Erdkörper verbleiben. Wir erhalten durch einen Meteorſtein die einzig mögliche Berührung von etwas, das unſerm Planeten fremd iſt. Gewöhnt, alles Nicht-Telluriſche nur durch Meſſung, durch Rechnung, durch Vernunftſchlüſſe zu kennen: ſind wir erſtaunt, zu betaſten, zu wiegen, zu zerſetzen, was der Außenwelt angehört. So wirkt auf unſere Einbildungskraft eine reflectirende, geiſtige Belebung der Gefühle: da, wo der gemeine Sinn nur verlöſchende Funken am heitern Himmelsgewölbe; wo er im ſchwarzen Steine, der aus der krachenden Wolke herabſtürzt, nur das rohe Product einer wilden Naturkraft ſieht.

Wenn die Aſteroiden-Schwärme, bei denen wir mit Vorliebe lange verweilt haben, durch ihre geringe Maſſe und die Mannigfaltigkeit ihrer Bahnen ſich gewiſſermaßen den Cometen anſchließen; ſo unterſcheiden ſie ſich dagegen weſentlich dadurch, daß wir ihre Exiſtenz faſt nur in dem Augenblick ihrer Zerſtörung kennen lernen: wenn ſie, von der Erde gefeſſelt, leuchtend werden und ſich entzünden. Um aber das Ganze von dem zu umfaſſen, was zu unſerm, ſeit der Entdeckung der kleinen Planeten, der inneren Cometen von kurzem Umlaufe und der Meteor-Aſteroiden ſo complicirt und formenreich erſcheinenden Sonnenſyſteme gehört; bleibt uns der Ring des Thierkreislichtes übrig, deſſen wir ſchon früher mehrmals erwähnt haben. Wer Jahre lang in der Palmen-Zone gelebt hat, dem bleibt eine liebliche Erinnerung von dem milden Glanze, mit dem das Thierkreislicht, pyramidal aufſteigend, einen Theil der immer gleich langen Tropennächte erleuchtet. Ich habe es, und

zwar nicht bloß in der dünnen und trockenen Atmoſphäre der Andesgipfel auf zwölf- oder vierzehn-tauſend Fuß Höhe, ſondern auch in den grenzenloſen Grasfluren (Llanos) von Venezuela, wie am Meeresufer, unter dem ewig heiteren Himmel von Cumana, bisweilen intenſiv leuchtender als die Milchſtraße im Schützen geſehn. Von einer ganz beſondern Schönheit war die Erſcheinung, wenn kleines duftiges Gewölk ſich auf dem Zodiacallichte projicirte und ſich maleriſch abhob von dem erleuchteten Hintergrunde. Eine Stelle meines Tagebuches auf der Schifffahrt von Lima nach der weſtlichen Küſte von Mexico gedenkt dieſes Luftbildes: „Seit 3 oder 4 Nächten (zwiſchen 10° und 14° nördlicher Breite) ſehe ich das Zodiacallicht in einer Pracht, wie es mir nie noch erſchienen iſt. In dieſem Theile der Südſee iſt, auch nach dem Glanze der Geſtirne und Nebelflecke zu urtheilen, die Durchſichtigkeit der Atmoſphäre wundervoll groß. Vom 14 bis 19 März war ſehr regelmäßig, ¾ Stunden nachdem die Sonnenſcheibe ſich in das Meer getaucht hatte, keine Spur vom Thierkreislichte zu ſehen, obgleich es völlig finſter war. Eine Stunde nach Sonnenuntergang wurde es auf einmal ſichtbar, in großer Pracht zwiſchen Aldebaran und den Plejaden am 18 März 39° 5′ Höhe erreichend. Schmale langgedehnte Wolken erſcheinen zerſtreuet in lieblichem Blau, tief am Horizont, wie vor einem gelben Teppich. Die oberen ſpielen von Zeit zu Zeit in bunten Farben. Man glaubt, es ſei ein zweiter Untergang der Sonne. Gegen dieſe Seite des Himmelsgewölbes hin ſcheint uns dann die Helligkeit der Nacht zuzunehmen, faſt wie im erſten Viertel des Mondes. Gegen 10 Uhr war das Zodiacallicht hier in

der Südſee gewöhnlich ſchon ſehr ſchwach, um Mitternacht ſah ich nur eine Spur deſſelben. Wenn es den 16 März am ſtärkſten leuchtete, ſo ward gegen Oſten ein Gegenſchein von mildem Lichte ſichtbar.“ In unſerer trüben, ſogenannten gemäßigten, nördlichen Zone iſt das Thierkreislicht freilich nur im Anfang des Frühlings nach der Abenddämmerung über dem weſtlichen, am Ende des Herbſtes vor der Morgendämmerung über dem öſtlichen Horizonte deutlich ſichtbar.

Es iſt ſchwer zu begreifen, wie eine ſo auffallende Naturerſcheinung erſt um die Mitte des 17ten Jahrhunderts die Aufmerkſamkeit der Phyſiker und Aſtronomen auf ſich gezogen hat; wie dieſelbe den vielbeobachtenden Arabern im alten Bactrien, am Euphrat und im ſüdlichen Spanien hat entgehen können. Faſt gleiche Verwunderung erregt die ſpäte Beobachtung der erſt von Simon Marius und Huygens beſchriebenen Nebelflecke in der Andromeda und im Orion. Die erſte ganz deutliche Beſchreibung des Zodiacallichts iſt in Childrey’s Britannia Baconica [61] vom Jahr 1661 enthalten; die erſte Beobachtung mag zwei oder drei Jahre früher gemacht worden ſein; doch bleibt dem Dominicus Caſſini das unbeſtreitbare Verdienſt, zuerſt (im Frühjahr 1683) das Phänomen in allen ſeinen räumlichen Verhältniſſen ergründet zu haben. Was er 1668 in Bologna, und zu derſelben Zeit der berühmte Reiſende Chardin in Perſien ſahen (die Hof-Aſtrologen zu Ispahan nannten das von ihnen nie zuvor geſehene Licht nyzek, eine kleine Lanze); war nicht, wie man oft behauptet hat [62], das Thierkreislicht, ſondern der ungeheure Schweif eines Cometen, deſſen Kopf ſich in den Dünſten

des Horizonts verbarg, und der ſelbſt der Lage und Erſcheinung nach viel ähnliches mit dem großen Cometen von 1843 hatte. Mit nicht geringer Wahrſcheinlichkeit kann man vermuthen, daß das merkwürdige, von der Erde pyramidal aufſteigende Licht, welches man auf der Hochebene von Mexico 1509, vierzig Nächte lang, am öſtlichen Himmel beobachtete und deſſen Erwähnung ich in einem alt-aztekiſchen Manuſcripte der königl. Pariſer Bibliothek, im Codex Telleriano-Remensis[63], aufgefunden habe, das Thierkreislicht war.

Die in Europa von Childrey und Dominicus Caſſini entdeckte und doch wohl uralte Erſcheinung iſt nicht die leuchtende Sonnen-Atmoſphäre ſelbſt, da dieſe nach mechaniſchen Geſetzen nicht abgeplatteter als im Verhältniß von 2 : 3, und demnach nicht ausgedehnter als bis $^9/_{20}$ der Merkursweite ſein könnte. Eben dieſe Geſetze beſtimmen, daß bei einem rotirenden Weltkörper, über ſeinem Aequator, die Höhe der äußerſten Grenze der Atmoſphäre: der Punkt nämlich, wo Schwere und Schwungkraft im Gleichgewicht ſind, nur die iſt, in welcher ein Satellit gleichzeitig mit der Achſendrehung des Weltkörpers um dieſen laufen würde[64]. Eine ſolche *Beſchränktheit* der Sonnen-Atmoſphäre in ihrem *jetzigen* concentrirten Zuſtande wird beſonders auffallend, wenn man den Centralkörper unſers Syſtems mit dem Kern anderer Nebelſterne vergleicht. Herſchel hat mehrere aufgefunden, in denen der Halbmeſſer des Nebels, welcher den Stern umgiebt, unter einem Winkel von 150″ erſcheint. Bei der Annahme einer Parallaxe, die nicht ganz 1″ erreicht, findet man die äußerſte Nebelſchicht eines ſolchen Sternes 150mal weiter von ſeinem Centrum

entfernt, als es die Erde von der Sonne iſt. Stände der Nebelſtern alſo an der Stelle unſerer Sonne, ſo würde ſeine Atmoſphäre nicht bloß die Uranusbahn einſchließen, ſondern ſich noch achtmal weiter als dieſe erſtrecken [65].

Unter der eben geſchilderten engen Begrenzung der Sonnen-Atmoſphäre, iſt mit vieler Wahrſcheinlichkeit als materielle Urſach des Zodiacallichtes die Exiſtenz eines zwiſchen der Venus- und Marsbahn frei im Weltraume kreiſenden, ſehr abgeplatteten *Ringes* [66] dunſtartiger Materie zu betrachten. Von ſeinen eigentlichen körperlichen Dimenſionen; von ſeiner Vergrößerung [67] durch Ausſtrömung der Schweife vieler Myriaden von Cometen, die in die Sonnennähe kommen; von der ſonderbaren Veränderlichkeit ſeiner Ausdehnung, da er bisweilen ſich nicht über unſere Erdbahn hinaus zu erſtrecken ſcheint; endlich von ſeinem muthmaßlichen inneren Zuſammenhange mit dem in der Nähe der Sonne mehr condenſirten Weltdunſte iſt wohl für jetzt nichts ſicheres zu berichten. Die dunſtförmigen Theilchen, aus welchen der Ring beſteht und die nach planetariſchen Geſetzen um die Sonne circuliren, können entweder ſelbſtleuchtend oder von der Sonne erleuchtet ſein. Selbſt ein irdiſcher Nebel (und dieſe Thatſache iſt ſehr merkwürdig) hat ſich 1743, zur Zeit des Neumondes, mitten in der Nacht ſo phosphoriſch erwieſen, daß man Gegenſtände in 600 Fuß Entfernung [68] deutlich erkennen konnte.

In dem Tropenklima von Südamerika hat mich bisweilen die veränderliche Lichtſtärke des Zodiacalſcheins in Erſtaunen geſetzt. Da ich mehrere Monate lang, an den Flußufern und in den Grasebenen (Llanos), die heiteren Nächte in freier Luft zubrachte, ſo hatte ich Gelegenheit

die Erſcheinung mit Sorgfalt zu beobachten. Wenn das Zodiacallicht eben am ſtärkſten geweſen war, ſo wurde es bisweilen wenige Minuten nachher merklich geſchwächt: bis es plötzlich in ſeinem vollen Glanze wieder auftrat. In einzelnen Fällen glaubte ich, — nicht etwa eine röthliche Färbung, oder eine untere bogenförmige Verdunklung, oder gar ein Funkenſprühen, wie es Mairan angiebt —, wohl aber eine Art von Zucken und Flimmern zu bemerken. Gehen dann Proceſſe in dem Dunſtringe ſelbſt vor? oder iſt es nicht wahrſcheinlicher, daß, während ich an den meteorologiſchen Inſtrumenten, nahe am Boden in der unteren Luftregion, keine Veränderung der Wärme oder Feuchtigkeit wahrnahm, ja während mir kleine Sterne 5ter und 6ter Größe in gleicher ungeſchwächter Lichtſtärke zu leuchten ſchienen: in den oberſten Luftſchichten Verdichtungen vorgingen, welche die Durchſichtigkeit oder vielmehr die Licht-Reflexion auf eine eigenthümliche, uns unbekannte Weiſe modificirten? Für die Annahme ſolcher meteorologiſchen Urſachen an der Grenze unſres Luftkreiſes ſprechen auch die von dem ſcharfſichtigen Olbers[63] beobachteten „Aufloderungen und Pulſationen, welche einen ganzen Cometenſchweif in wenigen Secunden durchzittern, und bei denen derſelbe ſich bald um mehrere Grade verlängert, bald darauf wieder verkürzt. Da die einzelnen Theile des, Millionen von Meilen langen Schweifes ſehr ungleich von der Erde entfernt ſind, ſo können nach den Geſetzen der Geſchwindigkeit und Fortpflanzung des Lichts wirkliche Veränderungen in einem, ungeheure Räume ausfüllenden Weltkörper nicht von uns in ſo kurzen Intervallen geſehen werden." Dieſe Betrachtungen ſchließen keineswegs die Realität veränderter Ausſtrömung um die verdichteten

Kernhüllen eines Cometen aus; nicht die Realität plötzlich eintretender Aufheiterungen des Zodiacallichts durch innere Molecular-Bewegung, durch vermehrte oder verminderte Licht-Reflexion in dem Weltdunſte des Lichtringes: ſie ſollen nur aufmerkſam machen auf den Unterſchied von dem, was der Himmelsluft (dem Weltraume ſelbſt) oder den irdiſchen Luftſchichten zugehört, durch die wir ſehen. Was an der, ohnedies mannigfaltig beſtrittenen, oberen Grenze unſerer Atmoſphäre vorgeht, iſt, wie wohl beobachtete Thatſachen zeigen, keinesweges vollſtändig zu erklären. Die wunderſame Erhellung ganzer Nächte, in denen man in den Breiten von Italien und dem nördlichen Deutſchlande im Jahr 1831 kleine Schrift um Mitternacht leſen konnte, ſteht in klarem Widerſpruch mit allem, was wir nach den neueſten und ſchärfſten Unterſuchungen über die Crepuſcular-Theorie und über die Höhe der Atmoſphäre wiſſen[70]. Von noch unergründeten Bedingungen hangen Lichtphänomene ab, deren Veränderlichkeit in der Dämmerungsgrenze, wie in dem Zodiacallichte uns in Verwunderung ſetzt.

Wir haben bis hierher betrachtet, was zu unſerer Sonne gehört; die Welt der Geſtaltungen, welche von ihr regiert wird: Haupt- und Nebenplaneten, Cometen von kurzer und langer Umlaufszeit; meteorförmige Aſteroiden, die ſporadiſch oder in geſchloſſenen Ringen, wie in Ströme zuſammengedrängt ſich bewegen; endlich einen leuchtenden Nebelring, welcher der Erdbahn nahe um die Sonne kreiſt und dem, ſeiner Lage wegen, der Name des Zodiacallichtes verbleiben kann. Ueberall herrſcht das Geſetz der Wiederkehr in den Bewegungen, ſo verſchieden auch das Maaß der Wurfgeſchwindigkeit oder die

Menge der zuſammengeballten materiellen Theile iſt; nur die Aſteroiden, die aus dem Weltraume in unſern Dunſtkreis fallen, werden in der Fortſetzung ihres planetariſchen Umſchwunges gehemmt und einem größeren Planeten angeeignet. In dem Sonnenſyſtem, deſſen Grenzen die anziehende Kraft des Centralkörpers beſtimmt, werden Cometen bis zu einer Ferne von 44 Uranusweiten in ihrer elliptiſchen Laufbahn zur Wiederkehr umgelenkt; ja in dieſen Cometen ſelbſt, deren Kern uns, bei der geringen Maſſe, welche ſie enthalten, wie ein hinziehendes kosmiſches Gewölk erſcheint, feſſelt dieſer Kern, durch ſeine Anziehung, noch die äußerſten Theile des Schweifes in einer viele Millionen Meilen langen Ausſtrömung. So ſind die Centralkräfte die bildenden, geſtaltenden, aber auch die erhaltenden Kräfte eines Syſtems.

Unſere Sonne kann in Beziehung auf alle wiederkehrenden zu ihr gehörigen, großen und kleinen, dichten und faſt nebelartigen Weltkörper als ruhend betrachtet werden: doch um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt des ganzen Syſtemes kreiſend: welcher bisweilen in ſie ſelbſt fällt, d. h. trotz der veränderlichen Stellung der Planeten bisweilen in ihrem körperlichen Umfange beharrt. Ganz verſchieden von dieſer Erſcheinung iſt die translatoriſche Bewegung der Sonne, die fortſchreitende Bewegung des Schwerpunkts des ganzen Sonnenſyſtems im Weltraume. Sie geſchieht mit einer ſolchen Schnelligkeit[71], daß, nach Beſſel, die relative Bewegung der Sonne und des 61ten Sterns im Schwan nicht minder, in einem Tage, als 834000 geographiſche Meilen beträgt. Dieſer Ortsveränderung des ganzen Sonnenſyſtems würden wir unbewußt bleiben, wenn nicht durch

die bewundernswürdige Genauigkeit der jetzigen aſtronomiſchen Meßinſtrumente und durch die Fortſchritte der beobachtenden Aſtronomie unſer Fortrücken an fernen Sternen, wie an Gegenſtänden eines ſcheinbar bewegten Ufers, merklich würde. Die eigene Bewegung des 61ten Sterns im Sternbild des Schwans z. B. iſt ſo beträchtlich, daß ſie in 700 Jahren ſchon bis zu einem ganzen Grade wird angewachſen ſein.

Das Maaß oder die Quantität ſolcher Veränderungen am Fixſternhimmel (Veränderungen in der relativen Lage ſelbſtleuchtender Geſtirne gegen einander) iſt mit mehr Sicherheit zu beſtimmen als die Erſcheinung ſelbſt genetiſch zu deuten. Wenn auch ſchon abgezogen worden, was dem Vorrücken der Nachtgleichen und der Nutation der Erdachſe, als Folge der Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die ſphäroidiſche Geſtalt der Erde; was der Fortpflanzung, d. i. Abirrung, des Lichtes, und der durch die diametral entgegengeſetzte Stellung der Erde in ihrem Umlauf um die Sonne erzeugten Parallaxe zugehört: ſo iſt in der übrig bleibenden jährlichen Bewegung der Fixſterne doch immer noch zugleich enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnenſyſtems im Weltraume und die Folge der eigenen wirklichen Bewegung der Sterne iſt. Die ſchwierige numeriſche Sondrung dieſer beiden Elemente der eigenen und der ſcheinbaren Bewegung hat man durch die ſorgfältige Angabe der Richtungen in der Bewegung der einzelnen Sterne und durch die Betrachtung möglich gemacht: daß, wenn alle Sterne in abſoluter Ruhe wären, ſie ſich perſpectiviſch von dem Punkte entfernen würden, gegen den die Sonne ihren Lauf richtet. Das Endreſultat der Unterſuchung, welches die Wahrſcheinlichkeits-Rechnung beſtätigt,

iſt geweſen, daß beide, unſer Sonnenſyſtem und die Sterne, ihren Ort im Weltraum verändern. Nach der vortrefflichen Unterſuchung von Argelander, der (in Abo) die von Wilhelm Herſchel und Prevoſt unternommene Arbeit erweitert [72] und anſehnlich vervollkommnet hat, bewegt ſich die Sonne gegen das Sternbild des Hercules: und zwar ſehr wahrſcheinlich nach einem Punkte hin, welcher nach der Combination von 537 Sternen (für das Aequin. von 1792,5) in 257° 49′,7 A. R.; + 28° 49′,7 Decl. liegt. Es bleibt in dieſer Claſſe der Unterſuchungen von großer Schwierigkeit, die abſolute Bewegung von der relativen zu trennen, und zu beſtimmen, was dem Sonnenſyſtem allein zugehört.

Betrachtet man die nicht perſpectiviſchen eigenen Bewegungen der Sterne, ſo ſcheinen viele gruppenweiſe in ihrer Richtung entgegengeſetzt; und die bisher geſammelten Thatſachen machen es auf's wenigſte nicht nothwendig, anzunehmen, daß alle Theile unſerer Sternenſchicht oder gar der geſammten Sterneninſeln, welche den Weltraum füllen, ſich um einen großen, unbekannten, leuchtenden oder dunkeln Centralkörper bewegen. Das Streben nach den letzten und höchſten Grundurſachen macht freilich die reflectirende Thätigkeit des Menſchen, wie ſeine Phantaſie, zu einer ſolchen Annahme geneigt. Schon der Stagirite hatte ausgeſprochen, daß „alles, was bewegt wird, auf ein Bewegendes zurückführe; und es nur ein unendliches Verſchieben der Urſachen wäre, wenn es nicht ein erſtes unbeweglich Bewegendes [73] gäbe."

Die gruppenweiſe ſo mannigfaltigen Ortsveränderungen der Geſtirne: nicht die parallactiſchen, der Ortsveränderung des Beobachters unterworfenen, ſondern die wirklichen,

im Weltraum unausgeſetzt fortſchreitenden; offenbaren uns auf das unwiderſprechlichſte, durch eine Claſſe von Erſcheinungen: durch die Bewegung der Doppelſterne, durch das Maaß ihrer langſameren oder ſchnelleren Bewegung in verſchiedenen Theilen ihrer elliptiſchen Bahnen, das Walten der Gravitations-Geſetze auch jenſeits unſers Sonnenſyſtems, in den fernſten Regionen der Schöpfung. Die menſchliche Neugier braucht nicht mehr auf dieſem Felde in unbeſtimmten Vermuthungen, in der ungemeſſenen Ideenwelt der Analogien Befriedigung zu ſuchen. Sie iſt durch die Fortſchritte der beobachtenden und rechnenden Aſtronomie endlich auch hier auf ſicheren Boden gelangt. Es iſt nicht ſowohl die Erſtaunen erregende Zahl der bereits aufgefundenen, um einen außer ihnen liegenden Schwerpunkt kreiſenden, doppelten und vielfachen Sterne (an 2800 bis zum Jahr 1837): es ſind die Erweiterung unſers Wiſſens von den Grundkräften der ganzen Körperwelt, die Beweiſe von der allverbreiteten Herrſchaft der Maſſen-Anziehung, welche zu den glänzendſten Entdeckungen unſrer Epoche gehören. Die Umlaufszeit zweifarbiger Doppelſterne bietet die mannigfaltigſten Unterſchiede dar; ſie erſtrecken ſich von 43 Jahren: wie in η der Krone, bis zu mehreren Tauſenden: wie bei 66 des Wallfiſches, 38 der Zwillinge und 100 der Fiſche. Seit Herſchel's Meſſungen im Jahr 1782 hat in dem dreifachen Syſteme von ζ des Krebſes der nähere Begleiter nun ſchon mehr als einen vollen Umlauf zurückgelegt. Durch geſchickte Combination der veränderten Diſtanzen und Poſitionswinkel[74] werden die Elemente der Bahnen gefunden, ja Schlüſſe über die abſolute Entfernung der Doppelſterne von der Erde und die

Vergleichung ihrer Maſſe mit der Maſſe der Sonne gezogen. Ob aber hier und in unſerm Sonnenſyſtem die Quantität der Materie das alleinige Maaß der anziehenden Kräfte ſei; oder ob nicht zugleich ſpecifiſche, nicht der Maſſe proportionale Attractionen wirkſam ſein können, wie Beſſel zuerſt erwieſen hat: iſt eine Frage, deren factiſche Löſung der ſpäteren Zukunft vorbehalten bleibt[75].

Wenn wir in der linſenförmigen Sternenſchicht, zu der wir gehören, unſre Sonne mit den andern ſogenannten Fixſternen, alſo mit anderen ſelbſtleuchtenden Sonnen, vergleichen; ſo finden wir wenigſtens bei einigen derſelben Wege eröffnet, welche annäherungsweiſe, innerhalb gewiſſer äußerſten Grenzen, zu der Kenntniß ihrer Entfernung, ihres Volums, ihrer Maſſe, und der Geſchwindigkeit der Ortsveränderung leiten können. Nehmen wir die Entfernung des Uranus von der Sonne zu 19 Erdweiten, d. h. zu 19 Abſtänden der Sonne von der Erde an; ſo iſt der Centralkörper unſres Planetenſyſtems vom Sterne α im Sternbilde des Centauren 11900, von 61 im Sternbilde des Schwans faſt 31300, von α im Sternbilde der Leier 41600 Uranusweiten entfernt. Die Vergleichung des Volums der Sonne mit dem Volum der Fixſterne erſter Größe iſt von einem äußerſt unſichern optiſchen Elemente, dem ſcheinbaren Durchmeſſer der Fixſterne, abhängig. Nimmt man nun mit Herſchel den ſcheinbaren Durchmeſſer des Arcturus auch nur zum zehnten Theil einer Secunde an, ſo ergiebt ſich daraus doch der wirkliche Durchmeſſer dieſes Sterns noch eilfmal größer als der der Sonne[76]. Die durch Beſſel bekannt gewordene Entfernung des 61ten Sterns des Schwans hat annäherungsweiſe zu der Kenntniß

der Menge von körperlichen Theilen geführt, welche derſelbe als Doppelſtern enthält. Ohnerachtet ſeit Bradley's Beobachtungen der durchlaufene Theil der ſcheinbaren Bahn noch nicht groß genug iſt, um daraus mit Genauigkeit auf die wahre Bahn und den größten Halbmeſſer derſelben ſchließen zu können; ſo iſt es doch dem großen Königsberger Aſtronomen[77] wahrſcheinlich geworden, „daß die Maſſe jenes Doppelſterns nicht beträchtlich kleiner oder größer iſt als die Hälfte der Maſſe unſrer Sonne". Dies iſt das Reſultat einer wirklichen Meſſung. Analogien, welche von der größeren Maſſe der mondenbegleiteten Planeten unſres Sonnenſyſtems und von der Thatſache hergenommen werden, daß Struve ſechsmal mehr Doppelſterne unter den helleren Fixſternen als unter den teleſcopiſchen findet, haben andere Aſtronomen vermuthen laſſen, daß die Maſſe der größeren Zahl der Sternenpaare, im Durchſchnitt[78], die Sonnenmaſſe übertrifft. Allgemeine Reſultate ſind hier noch lange nicht zu erlangen. In Bezug auf eigene Bewegung im Weltraume gehört unſere Sonne nach Argelander in die Claſſe der ſtark bewegten Fixſterne.

Der Anblick des geſtirnten Himmels, die relative Lage der Sterne und Nebelflecke, wie die Vertheilung ihrer Lichtmaſſen, die landſchaftliche Anmuth des ganzen Firmaments, wenn ich mich eines ſolchen Ausdrucks bedienen darf: hangen im Lauf der Jahrtauſende gleichmäßig ab von der eigenen wirklichen Bewegung der Geſtirne und Lichtnebel, von der Translation unſres Sonnenſyſtems im Weltraume, von dem einzelnen Auflodern neuer Sterne und dem Verſchwinden oder der plötzlich geſchwächten Licht-Intenſität der älteren; endlich und vorzüglich von den

Veränderungen, welche die Erdachſe durch die Anziehung der Sonne und des Mondes erleidet. Die ſchönen Sterne des Centauren und des ſüdlichen Kreuzes werden einſt in unſeren nördlichen Breiten ſichtbar werden, während andere Sterne (Sirius und der Gürtel des Orion) dann niederſinken. Der ruhende Nordpol wird nach und nach durch Sterne des Cepheus (β und α) und des Schwans (δ) bezeichnet werden, bis nach 12000 Jahren Wega der Leier als der prachtvollſte aller möglichen Polarſterne erſcheinen wird. Dieſe Angaben verſinnlichen uns die Größe von Bewegungen, welche in unendlich kleinen Zeittheilen ununterbrochen, wie eine ewige Weltuhr, fortſchreiten. Denken wir uns, als ein Traumbild der Phantaſie, die Schärfe unſerer Sinne übernatürlich bis zur äußerſten Grenze des teleſcopiſchen Sehens erhöht: und zuſammengedrängt, was durch große Zeitabſchnitte getrennt iſt; ſo verſchwindet urplötzlich alle Ruhe des räumlichen Seins. Wir finden die zahlloſen Fixſterne ſich wimmelnd nach verſchiedenen Richtungen gruppenweiſe bewegen; Nebelflecke wie kosmiſche Gewölke umherziehen, ſich verdichten und löſen, die Milchſtraße an einzelnen Punkten aufbrechen und ihren Schleier zerreißen; B e w e g u n g eben ſo in jedem Punkte des Himmelsgewölbes walten wie auf der Oberfläche der Erde in den keimenden, blättertreibenden, Blüthen entfaltenden Organismen der Pflanzendecke. Der berühmte ſpaniſche Botaniker Cavanilles hat zuerſt den Gedanken gehabt „Gras wachſen" zu ſehen, indem er in einem ſtark vergrößernden Fernrohr den horizontalen Micrometer-Faden bald auf die Spitze des Schößlings einer Bambuſa, bald auf die des ſo ſchnell ſich entwickelnden Blüthenſtengels einer amerikaniſchen Aloe

(Agave americana) richtete: genau wie der Aſtronom den culminirenden Stern auf das Fadenkreuz ſetzt. In dem Geſammtleben der phyſiſchen Natur, der organiſchen wie der ſideriſchen, ſind an Bewegung zugleich das Sein, die Erhaltung und das Werden geknüpft.

Das Aufbrechen der Milchſtraße, deſſen ich oben erwähnte, bedarf hier noch einer beſonderen Erläuterung. Wilhelm Herſchel, der ſichere und bewundernswürdige Führer in dieſen Welträumen, hat durch ſeine Stern-Aichungen gefunden, daß die teleſcopiſche Breite der Milchſtraße eine ſechs bis ſieben Grad größere Ausdehnung hat, als unſre Sternkarten und der dem unbewaffneten Auge ſichtbare Sternſchimmer verkündigen[79]. Die zwei glänzenden Knoten, in welchen die beiden Zweige der Zone ſich vereinigen: in der Gegend des Cepheus und der Caſſiopea, wie um den Scorpion und Schützen, ſcheinen eine kräftige Anziehung auf die benachbarten Sterne auszuüben; zwiſchen β und γ des Schwans aber, in der glanzvollſten Region, zieht ſich von 330000 Sternen, welche in 5° Breite gefunden werden, die eine Hälfte nach einer Seite, die andere nach der entgegengeſetzten hin. Hier vermuthet Herſchel den Aufbruch der Schicht[80]. Die Zahl der unterſcheidbaren, durch keinen Nebel unterbrochenen, teleſcopiſchen Sterne der Milchſtraße wird auf 18 Millionen geſchätzt. Um die Größe dieſer Zahl, ich ſage nicht zu faſſen, aber mit etwas analogem zu vergleichen, erinnere ich, daß von erſter bis ſechster Größe am ganzen Himmel nur etwa 8000 Sterne mit bloßen Augen geſehen werden. In dem unfruchtbaren Erſtaunen, das Zahl- und Raumgrößen ohne Beziehung auf die geiſtige Natur oder das Empfindungsvermögen des

Menſchen erregen, begegnen ſich übrigens die Extreme des Räumlichen, die Weltkörper mit dem kleinſten Thierleben. Ein Cubikzoll des Polirſchiefers von Bilin enthält, nach Ehrenberg, 40000 Millionen von kieſelartigen Panzern der Gallionellen.

Der Milchſtraße der Sterne, welcher nach Argelander's ſcharfſinniger Bemerkung überhaupt die helleren Sterne des Firmaments merkwürdig genähert erſcheinen, ſteht beinahe rechtwinklig eine Milchſtraße von Nebelflecken entgegen. Die erſtere bildet nach Sir John Herſchel's Anſichten einen Ring: einen freiſtehenden, von der linſenförmigen Sterneninſel etwas fernen Gürtel, ähnlich dem Ring des Saturn. Unſer Planetenſyſtem liegt excentriſch, der Gegend des Kreuzes näher als dem diametral gegenüberliegenden Punkte, der Caſſiopea[81]. In einem von Meſſier 1774 entdeckten, aber unvollkommen geſehenen Nebelflecke ſcheint das Bild unſerer Sternſchicht und des getheilten Ringes unſrer Milchſtraße mit wundervoller Aehnlichkeit gleichſam abgeſpiegelt[82]. Die Milchſtraße der Nebelflecke gehört nicht unſerer Sternſchicht ſelbſt an; ſie umgiebt dieſelbe, ohne phyſiſchen Zuſammenhang mit ihr, in großer Entfernung; und zieht ſich hin, faſt in der Geſtalt eines größten Kreiſes, durch die dichten Nebel der Jungfrau (beſonders am nördlichen Flügel), durch das Haupthaar der Berenice, den großen Bären, den Gürtel der Andromeda und den nördlichen Fiſch. Sie durchſchneidet wahrſcheinlich in der Caſſiopea die Milchſtraße der Sterne: und verbindet ihre ſternarmen, durch haufenbildende Kraft verödeten Pole[83] da, wo die Sternſchicht räumlich die mindere Dicke hat.

Es folgt aus dieſen Betrachtungen, daß, während unſer Sternhaufe in ſeinen auslaufenden Aeſten Spuren großer, im Laufe der Zeit vorgefallener Umbildungen an ſich trägt und, durch ſecundäre Anziehungspunkte, ſich aufzulöſen und zu zerſetzen ſtrebt; derſelbe von zwei Ringen: einem ſehr fernen, der Nebel, und einem näheren, der Sterne, umgeben wird. Dieſer letztere Ring (unſere Milchſtraße) iſt ein Gemiſch von nebelloſen Sternen, im Durchſchnitte von zehnter bis eilfter Größe [84], einzeln aber betrachtet ſehr verſchiedenartiger Größe, während iſolirte Sternhaufen (Sternſchwärme) faſt immer den Charakter der Gleichartigkeit haben.

Ueberall wo mit mächtigen, raumdurchdringenden Fernröhren das Himmelsgewölbe durchforſcht iſt, werden Sterne, ſei es auch nur teleſcopiſche 20ter bis 24ter Ordnung, oder leuchtende Nebel geſehen. Ein Theil dieſer Nebel würde wahrſcheinlich für noch kräftigere optiſche Werkzeuge ſich in Sterne auflöſen. Unſere Netzhaut erhält den Eindruck einzelner oder ſehr zuſammengedrängter Lichtpunkte: woraus, wie Arago neuerlichſt gezeigt hat, ganz verſchiedene photometriſche Verhältniſſe der Lichtempfindung [85] entſtehen. Der kosmiſche Nebel: geſtaltet oder formlos, allgemein verbreitet, durch Verdichtung Wärme erzeugend; modificirt wahrſcheinlich die Durchſichtigkeit des Weltraums, und vermindert die gleichartige Intenſität der Helligkeit, welche nach Halley und Olbers entſtehen müßte, wenn jeder Punkt des Himmelsgewölbes, der Tiefe nach, von einer endloſen Reihe von Sternen bedeckt wäre [86]. Die Annahme einer ſolchen Bedeckung widerſpricht der Beobachtung. Dieſe zeigt große ganz ſternleere Regionen,

Oeffnungen im Himmel, wie Wilhelm Herſchel ſie nennt: eine im Scorpion, vier Grad breit, eine andere in der Lende des Schlangenträgers. In der Nähe beider, nahe an ihrem Rande, befinden ſich auflösliche Nebelflecke. Der, welcher am weſtlichen Rande der Oeffnung im Scorpion ſteht, iſt einer der reichſten und zuſammengedrängteſten Haufen kleiner Sterne, welche den Himmel zieren. Auch ſchreibt Herſchel der Anziehung und haufenbildenden Kraft dieſer Randgruppen[87] die Oeffnungen ſelbſt als ſternleere Regionen zu. „Es ſind Theile unſerer Sternſchicht“, ſagt er in der ſchönen Lebendigkeit ſeines Styls, „die bereits große Verwüſtung von der Zeit erlitten haben“. Wenn man ſich die hinter einander liegenden teleſcopiſchen Sterne wie einen *Sternenteppich* denkt, der das ganze ſcheinbare Himmelsgewölbe bedeckt, ſo ſind, glaube ich, jene ſternleeren Stellen des Scorpions und des Schlangenträgers wie Röhren zu betrachten, durch die wir in den fernſten Weltraum blicken. Die Schichten des Teppichs ſind unterbrochen: andere Sterne mögen auch da vorliegen, aber ſie ſind unerreichbar für unſre Werkzeuge. Der Anblick feuriger Meteore hatte die Alten ebenfalls auf die Idee von Spalten und Riſſen (chasmata) in der Himmelsdecke geleitet. Dieſe Spalten wurden aber nur als vorübergehend betrachtet. Statt dunkel zu ſein, waren ſie erleuchtet und feurig: wegen des hinterliegenden, durchſcheinenden, entzündeten Aethers[88]. Derham und ſelbſt Huygens ſchienen nicht abgeneigt, das milde Licht der Nebelflecke auf eine ähnliche Art zu erklären[89].

Wenn man die, im Durchſchnitt uns gewiß näheren Sterne erſter Größe mit den nebelloſen teleſcopiſchen, wenn

man die Nebelſterne mit ganz unauflöslichen Nebelflecken, z. B. mit dem der Andromeda, oder gar mit den ſogenannten planetariſchen Nebeln vergleicht; ſo drängt ſich uns bei Betrachtung ſo verſchiedener Ferne, wie in die Schrankenloſigkeit des Raums verſenkt, eine Thatſache auf, welche die Welt der Erſcheinungen und das, was ihr urſachlich, als Realität, zum Grunde liegt, abhängig von der Fortpflanzung des Lichtes zeigt. Die Geſchwindigkeit dieſer Fortpflanzung iſt nach Struve's neueſten Unterſuchungen 41518 geographiſche Meilen in einer Secunde, alſo faſt eine Million mal größer als die Geſchwindigkeit des Schalles. Nach dem, was wir durch die Meſſungen von Maclear, Beſſel und Struve von den Parallaxen und Entfernungen dreier Fixſterne ſehr ungleicher Größe (α Centaur, 61 Schwan, α Leier) wiſſen, bedarf ein Lichtſtrahl 3, 9¼ oder 12 Jahre, um von dieſen Weltkörpern zu uns zu gelangen. In der kurzen denkwürdigen Periode von 1572 bis 1604, von Cornelius Gemma und Tycho bis Kepler, loderten plötzlich drei neue Sterne auf: in der Caſſiopea, im Schwan und am Fuß des Schlangenträgers. Dieſelbe Erſcheinung, aber mehrfach wiederkehrend, zeigte ſich 1670 im Sternbild des Fuchſes. In der neueſten Zeit, ſeit 1837, hat Sir John Herſchel am Vorgebirge der guten Hoffnung den Glanz des Sternes η im Schiffe von der zweiten Größe bis zur erſten prachtvoll anwachſen ſehen[90]. Solche Begebenheiten des Weltraums gehören aber in ihrer hiſtoriſchen Wirklichkeit anderen Zeiten an als denen, in welchen die Lichterſcheinung den Erdbewohnern ihren Anfang verkündigt; ſie ſind wie Stimmen der Vergangenheit, die uns erreichen.

Man hat mit Recht geſagt, daß wir mit unſern großen Fernröhren gleichzeitig vordringen in den Raum und in die Zeit. Wir meſſen jenen durch dieſe; eine Stunde Weges ſind für den Lichtſtrahl 148 Millionen Meilen. Während in der Heſiodiſchen Theogonie die Dimenſionen des Weltalls durch den Fall der Körper ausgedrückt werden („nicht mehr als neun Tage und neun Nächte fällt der eherne Amboß vom Himmel zur Erde herab“); glaubte Herſchel der Vater[91], daß das Licht faſt zwei Millionen Jahre brauche, um von den fernſten Lichtnebeln, die ſein 40füßiger Refractor erreichte, zu uns zu gelangen. Vieles iſt alſo längſt verſchwunden, ehe es uns ſichtbar wird; vieles war anders geordnet. Der Anblick des geſtirnten Himmels bietet Ungleichzeitiges dar; und ſo viel man auch den milde leuchtenden Duft der Nebelflecke oder die dämmernd aufglimmenden Sternhaufen uns näher rücken und die Tauſende von Jahren vermindern will, welche als Maaß der Entfernung gelten: immer bleibt es, nach der Kenntniß, die wir von der Geſchwindigkeit des Lichts haben, mehr als wahrſcheinlich, daß das Licht der fernen Weltkörper das älteſte ſinnliche Zeugniß von dem Daſein der Materie darbietet. So erhebt ſich, auf einfache Prämiſſen geſtützt, der reflectirende Menſch zu ernſten, höheren Anſichten der Naturgebilde, da wo in den tief vom Licht durchſtrömten Gefilden

„Wie Gras der Nacht Myriaden Welten keimen“[92].

Aus der Region der himmliſchen Geſtaltungen, von den Kindern des Uranos, ſteigen wir nun zu dem engeren Sitz der irdiſchen Kräfte: zu den Kindern der Gäa, herab.

Ein geheimnißvolles Band umſchlingt beide Claſſen der Erſcheinungen. Nach der alten Deutung des titaniſchen Mythus[93] ſind die Potenzen des Weltlebens, iſt die große Ordnung der Natur an das Zuſammenwirken des Himmels und der Erde geknüpft. Gehört ſchon ſeinem Urſprunge nach der Erdball, wie jeder der andern Planeten, dem Centralkörper, der Sonne, und ihrer einſt in Nebelringe getrennten Atmoſphäre an; ſo beſteht auch noch jetzt durch Licht und ſtrahlende Wärme der Verkehr mit dieſer nahen Sonne, wie mit allen fernen Sonnen, welche am Firmamente leuchten. Die Verſchiedenheit des Maaßes dieſer Einwirkungen darf den Phyſiker nicht abhalten, in einem Naturgemälde an den Zuſammenhang und das Walten gemeinſamer, gleichartiger Kräfte zu erinnern. Eine kleine Fraction der telluriſchen Wärme gehört dem Weltraume an, in welchem unſer Planetenſyſtem fortrückt: und deſſen, der eiſigen mittleren Polar-Wärme faſt gleiche Temperatur, nach Fourier, das Product aller lichtſtrahlenden Geſtirne iſt. Was aber kräftiger das Licht der Sonne im Luftkreiſe und in den oberen Erdſchichten anregt; wie es wärme-erzeugend electriſche und magnetiſche Strömungen veranlaßt, wie es zauberhaft den Lebensfunken in den organiſchen Gebilden an der Oberfläche der Erde erweckt und wohlthätig nährt: das wird der Gegenſtand ſpäterer Betrachtungen ſein.

Indem wir uns hier der telluriſchen Sphäre der Natur ausſchlußweiſe zuwenden, werfen wir zuerſt den Blick auf die Raumverhältniſſe des Starren und Flüſſigen; auf die Geſtalt der Erde, ihre mittlere Dichtigkeit und die partielle Vertheilung dieſer Dichtigkeit im Innern des Planeten; auf den Wärmegehalt und die electro-

magnetiſche Ladung der Erde. Dieſe Raumverhältniſſe und die der Materie inwohnenden Kräfte führen auf die Reaction des Inneren gegen das Aeußere unſeres Erdkörpers; ſie führen durch ſpecielle Betrachtung einer allverbreiteten Naturmacht, der unterirdiſchen Wärme, auf die, nicht immer bloß dynamiſchen, Erſcheinungen des Erdbebens in ungleich ausgedehnten Erſchütterungskreiſen, auf den Ausbruch heißer Quellen und die mächtigeren Wirkungen vulkaniſcher Proceſſe. Die von unten erſchütterte, bald ruckweiſe und plötzlich, bald ununterbrochen und darum kaum bemerkbar gehobene Erdrinde verändert, im Lauf der Jahrhunderte, das Höhenverhältniß der Feſte zur Oberfläche des Flüſſigen, ja die Geſtaltung des Meerbodens ſelbſt. Es bilden ſich gleichzeitig, ſeien es temporäre Spalten, ſeien es permanente Oeffnungen, durch welche das Innere der Erde mit dem Luftkreiſe in Verbindung tritt. Der unbekannten Tiefe entquollen, fließen geſchmolzene Maſſen in ſchmalen Strömen längs dem Abhang der Berge hinab, bald ungeſtüm, bald langſam und ſanft bewegt: bis die feurige Erdquelle verſiegt und die Lava unter einer Decke, die ſie ſich ſelbſt gebildet hat, Dämpfe ausſtoßend, erſtarrt. Neue Felsmaſſen entſtehen dann unter unſeren Augen, während daß die älteren, ſchon gebildeten durch plutoniſche Kräfte umgewandelt werden: ſeltener in unmittelbarer Berührung, öfter in wärmeſtrahlender Nähe. Auch da, wo keine Durchdringung ſtatt findet, werden die kryſtalliniſchen Theilchen verſchoben und zu einem dichteren Gewebe verbunden. Bildungen ganz anderer Natur bieten die Gewäſſer dar: Concretionen von Thier- und Pflanzenreſten; von erdigen, kalk- und thonartigen Niederſchlägen; Aggregate

ſein zerriebener Gebirgsarten, überdeckt mit Lagen kieſelgepanzerter Infuſorien und mit knochenhaltigem Schuttlande, dem Sitze urweltlicher Thierformen. Was auf ſo verſchiedenen Wegen ſich unter unſeren Augen erzeugt und zu Schichten geſtaltet; was durch gegenſeitigen Druck und vulkaniſche Kräfte mannigfach geſtürzt, gekrümmt oder aufgerichtet wird: führt den denkenden, einfachen Analogien ſich hingebenden Beobachter auf die Vergleichung der gegenwärtigen und der längſt vergangenen Zeit. Durch Combination der wirklichen Erſcheinungen, durch ideale Vergrößerung der Raumverhältniſſe wie des Maaßes wirkender Kräfte gelangen wir in das lange erſehnte, dunkel geahndete, erſt ſeit einem halben Jahrhundert feſtbegründete Reich der Geognoſie.

Man hat ſcharfſinnig bemerkt, „daß wir, trotz des Beſchauens durch große Fernröhre, in Hinſicht der anderen Planeten (den Mond etwa abgerechnet) mehr von ihrem Inneren als von ihrem Aeußeren wiſſen.“ Man hat ſie gewogen und ihr Volum gemeſſen; man kennt ihre Maſſe und ihre Dichte: beide (Dank ſei es den Fortſchritten der beobachtenden und der rechnenden Aſtronomie!) mit ſtets wachſender numeriſcher Genauigkeit. Ueber ihrer phyſiſchen Beſchaffenheit ſchwebt ein tiefes Dunkel. Nur auf unſerem Erdkörper ſetzt uns die unmittelbare Nähe in Contact mit allen Elementen der organiſchen und anorganiſchen Schöpfung. Die ganze Fülle der verſchiedenartigſten Stoffe bietet in ihrer Miſchung und Umbildung, in dem ewig wechſelnden Spiel hervorgerufener Kräfte dem Geiſte die Nahrung, die Freuden der Erforſchung, das unermeßliche Feld der Beobachtung dar, welche der intellectuellen Sphäre der Menſchheit, durch Ausbildung und Erſtarkung des

Denkvermögens, einen Theil ihrer erhabenen Größe verleiht. Die Welt ſinnlicher Erſcheinungen reflectirt ſich in den Tiefen der Ideenwelt; der Reichthum der Natur, die Maſſe des Unterſcheidbaren gehen allmälig in eine Vernunft-Erkenntniß über.

Hier berühre ich wieder einen Vorzug, auf welchen ich ſchon mehrmals hingewieſen habe: den Vorzug des Wiſſens, das einen heimathlichen Urſprung hat, deſſen Möglichkeit recht eigentlich an unſere irdiſche Exiſtenz geknüpft iſt. Die Himmelsbeſchreibung, von den fern ſchimmernden Nebelſternen (mit deren Sonnen) bis herab zu dem Centralkörper unſres Syſtemes, fanden wir auf die allgemeinen Begriffe von Volum und Quantität der Materie beſchränkt. Keine Lebensregung offenbart ſich da unſeren Sinnen. Nur nach Aehnlichkeiten, oft nach phantaſiereichen Combinationen hat man Vermuthungen über die ſpecifiſche Natur der Stoffe, über ihre Abweſenheit in dieſem oder jenem Weltkörper gewagt. Die Heterogeneität der Materie, ihre chemiſche Verſchiedenheit, die regelmäßigen Geſtalten, zu denen ihre Theile ſich kryſtalliniſch und körnig an einander reihen; ihr Verhalten zu den eindringenden, abgelenkten oder getheilten Lichtwellen; zur ſtrahlenden, durchgeleiteten oder polariſirten Wärme; zu den glanzvollen oder unſichtbaren, aber darum nicht minder wirkſamen Erſcheinungen des Electro-Magnetismus: — dieſen unermeßlichen, die Weltanſchauung erhöhenden Schatz phyſiſcher Erkenntniß verdanken wir der Oberfläche des Planeten, den wir bewohnen; mehr noch dem ſtarren als dem flüſſigen Theile derſelben. Wie dieſe Erkenntniß der Naturdinge und Naturkräfte, wie die unermeßliche Mannigfaltigkeit objectiver Wahrnehmung die geiſtige Thätigkeit des

Geſchlechts und alle Fortſchritte ſeiner Bildung gefördert haben, iſt ſchon oben bemerkt worden. Dieſe Verhältniſſe bedürfen hier eben ſo wenig einer weiteren Entwicklung als die Verkettung der Urſachen jener materiellen Macht, welche die Beherrſchung eines Theils der Elemente einzelnen Völkern verliehen hat.

Wenn es mir oblag auf den Unterſchied aufmerkſam zu machen, der zwiſchen der Natur unſeres telluriſchen Wiſſens und unſerer Kenntnſß der Himmelsräume und ihres Inhalts ſtatt findet; ſo iſt es auf der andern Seite auch nöthig, hier die Beſchränktheit des Raumes zu bezeichnen, von welchem unſere ganze Kenntniß von der Heterogeneität der Stoffe hergenommen iſt. Dieſer Raum wird ziemlich uneigentlich die Rinde der Erde genannt; es iſt die Dicke der der Oberfläche unſeres Planeten nächſten Schichten, welche durch tiefe ſpaltenartige Thäler oder durch die Arbeit der Menſchen (Bohrlöcher und bergmänniſche Grubenbaue) aufgeſchloſſen ſind. Dieſe Arbeiten[94] erreichen in ſenkrechter Tiefe nicht viel mehr als zweitauſend Fuß (weniger als $^1/_{11}$ Meile) unter dem Niveau der Meere, alſo nur $^1/_{9800}$ des Erd-Halbmeſſers. Die kryſtalliniſchen Maſſen, durch noch thätige Vulkane ausgeworfen, meiſt unſern Gebirgsarten der Oberfläche ähnlich, kommen aus unbeſtimmbaren, gewiß 60mal größeren, abſoluten Tiefen, als die ſind, welche die menſchlichen Arbeiten erreicht haben. Auch da, wo Steinkohlen-Schichten ſich einſenken, um in einer durch genaue Meſſung beſtimmten Entfernung wieder aufzuſteigen, kann man die Tiefe der Mulde in Zahlen angeben. Solche Einſenkungen erweiſen, daß Steinkohlen-Flöze ſammt den vorweltlichen organiſchen Ueberreſten, die ſie enthalten (in Belgien z. B.),

mehrfach[95] fünf- bis ſechstauſend Fuß unter dem jetzigen Meeresſpiegel liegen, ja daß der Bergkalk und die devoniſchen muldenförmig gekrümmten Schichten wohl die doppelte Tiefe erreichen. Vergleicht man dieſe unterirdiſchen Mulden nun mit den Berggipfeln, welche bisher für die höchſten Theile der gehobenen Erdrinde gehalten werden, ſo erhält man einen Abſtand von 37000 Fuß ($1^7/_{10}$ Meile), d. i. ungefähr $^1/_{524}$ des Erd-Halbmeſſers. Dies wäre in der ſenkrechten Dimenſion und räumlichen Aufeinanderlagerung der Gebirgsſchichten doch nur der Schauplatz geognoſtiſcher Forſchung, wenn auch die ganze Oberfläche der Erde die Höhe des Dhawalagiri im Himalaya-Gebirge oder die des Sorata in Bolivia erreichte. Alles, was unter dem Seeſpiegel tiefer liegt als die oben angeführten Mulden, als die Arbeiten der Menſchen, als der vom Senkblei an einzelnen Stellen erreichte Meeresgrund (noch nicht erreicht in 25400 Fuß von James Roß), iſt uns eben ſo unbekannt wie das Innere der anderen Planeten unſeres Sonnenſyſtems. Wir kennen ebenfalls nur die Maſſe der ganzen Erde und ihre mittlere Dichtigkeit, verglichen mit der der oberen, uns allein zugänglichen Schichten. Wo alle Kenntniß chemiſcher und mineralogiſcher Naturbeſchaffenheit im Inneren des Erdkörpers fehlt, ſind wir wieder, wie bei den fernſten um die Sonne kreiſenden Weltkörpern, auf bloße Vermuthungen beſchränkt. Wir können nichts mit Sicherheit beſtimmen über die Tiefe, in welcher die Gebirgsſchichten als zäh-erweicht oder geſchmolzen-flüſſig betrachtet werden ſollen; über die Höhlungen, welche elaſtiſche Dämpfe füllen; über den Zuſtand der Flüſſigkeiten, wenn ſie unter einem ungeheuern Drucke erglühen; über das Geſetz der zunehmenden

Dichtigkeit von der Oberfläche der Erde bis zu ihrem Centrum hin.

Die Betrachtung der mit der Tiefe zunehmenden Wärme im Inneren unſeres Planeten und der Reaction dieſes Innern gegen die Oberfläche hat uns geleitet zu der langen Reihe vulkaniſcher Erſcheinungen. Sie offenbaren ſich als Erdbeben, Gas-Ausbrüche, heiße Quellen, Schlamm-Vulkane und Lavaſtröme aus Eruptions-Kratern; ja die Macht elaſtiſcher Kräfte äußert ſich auch durch räumliche Veränderung in dem Niveau der Oberfläche. Große Flächen, mannigfaltig gegliederte Continente werden gehoben oder geſenkt, es ſcheidet ſich das Starre von dem Flüſſigen; aber der Ocean ſelbſt, von warmen und kalten Strömungen flußartig durchſchnitten, gerinnt an beiden Polen und wandelt das Waſſer in dichte Felsmaſſen um: bald geſchichtet und feſtſtehend, bald in bewegliche Bänke zertrümmert. Die Grenzen von Meer und Land, vom Flüſſigen und Starren wurden mannigfach und oft verändert. Es oſcillirten die Ebenen aufwärts und abwärts. Nach der Hebung der Continente traten auf langen Spalten, meiſt parallel, und dann wahrſcheinlich zu einerlei Zeitepochen, Gebirgsketten empor; ſalzige Lachen und große Binnenwaſſer, die lange von denſelben Geſchöpfen bewohnt waren, wurden gewaltſam geſchieden. Die foſſilen Reſte von Muſcheln und Zoophyten bezeugen ihren urſprünglichen Zuſammenhang. So gelangen wir, der relativen Abhängigkeit der Erſcheinungen folgend, von der Betrachtung ſchaffender, tief im Innern des Erdkörpers waltender Kräfte zu dem, was ſeine obere Rinde erſchüttert und aufbricht, was durch Druck elaſtiſcher Dämpfe den geöffneten Spalten als glühender Erdſtrom (Lava) entquillt.

Dieſelben Mächte, welche die Andes- und Himalaya-Kette bis zur Schneeregion gehoben, haben neue Miſchungen und neues Gewebe in den Felsmaſſen erzeugt; umgewandelt die Schichten, welche aus vielbelebten, mit organiſchen Stoffen geſchwängerten Flüſſigkeiten ſich früher niedergeſchlagen. Wir erkennen hier die Reihenfolge der Formationen, nach ihrem Alter geſchieden und überlagert, in ihrer Abhängigkeit von den Geſtalt-Veränderungen der Oberfläche, von den dynamiſchen Verhältniſſen der hebenden Kräfte, von den chemiſchen Wirkungen auf Spalten ausbrechender Dämpfe.

Die Form und Gliederung der Continente: d. h. der trocken gelegenen, einer üppigen Entwicklung des vegetabiliſchen Lebens fähigen Theile der Erdrinde, ſteht in innigem Verkehr und thätiger Wechſelwirkung mit dem alles umgrenzenden Meere. In dieſem iſt der Organismus faſt auf die Thierwelt beſchränkt. Das tropfbar-flüſſige Element wird wiederum von dem Dunſtkreiſe bedeckt: einem Luft-Ocean, in welchem die Bergketten und Hochebenen der Feſte wie Untiefen aufſteigen, mannigfaltige Strömungen und Temperaturwechſel erzeugen, Feuchtigkeit aus der Wolkenregion ſammeln, und ſo in ihrer geneigten Bodenfläche durch ſtrömendes Waſſer Bewegung und Leben verbreiten.

Wenn die Geographie der Pflanzen und Thiere von dieſen verwickelten Contraſten der Meer- und Ländervertheilung, der Geſtaltung der Oberfläche, der Richtung iſothermer Linien (Zonen gleicher mittlerer Jahreswärme) abhängt; ſo ſind dagegen die charakteriſtiſchen Unterſchiede der Menſchenſtämme und ihre relative numeriſche Verbreitung über den Erdkörper (der letzte und edelſte Gegenſtand einer phyſiſchen Weltbeſchreibung) nicht durch jene Na-

turverhältniſſe allein: ſondern zugleich und vorzüglich durch die Fortſchritte der Geſittung, der geiſtigen Ausbildung, der die politiſche Uebermacht begründenden National-Cultur bedingt. Einige Racen, feſt dem Boden anhangend, werden verdrängt und durch gefahrvolle Nähe der gebildeteren ihrem Untergange zugeführt: es bleibt von ihnen kaum eine ſchwache Spur geſchichtlicher Kunde; andere Stämme, der Zahl nach nicht die ſtärkeren, durchſchiffen das flüſſige Element. Faſt allgegenwärtig durch dieſes, haben ſie allein, obgleich ſpät erſt, von einem Pole zum anderen, die räumliche, graphiſche Kenntniß der ganzen Oberfläche unſres Planeten, wenigſtens faſt aller Küſtenländer, erlangt.

So iſt denn hier, ehe ich in dem Naturgemälde der telluriſchen Sphäre der Erſcheinungen das Einzelne berühre, im allgemeinen gezeigt worden: wie, nach der Betrachtung der Geſtalt des Erdkörpers, der von ihm perpetuirlich ausgehenden Kraftäußerung des Electro-Magnetismus und der unterirdiſchen Wärme, die Verhältniſſe der Erdoberfläche in horizontaler Ausdehnung und Höhe, der geognoſtiſche Typus der Formationen, das Gebiet der Meere (des Tropfbar-Flüſſigen) und des Luftkreiſes, mit ſeinen meteorologiſchen Proceſſen, die geographiſche Verbreitung der Pflanzen und Thiere, endlich die phyſiſchen Abſtufungen des einigen, überall geiſtiger Cultur fähigen Menſchengeſchlechts in Einer und derſelben Anſchauung vereinigt werden können. Dieſe Einheit der Anſchauung ſetzt eine Verkettung der Erſcheinungen nach ihrem inneren Zuſammenhange voraus. Eine bloße tabellariſche Aneinanderreihung derſelben erfüllt nicht den Zweck, den ich mir vorgeſetzt; ſie befriedigt nicht das Bedürfniß einer kosmiſchen Darſtellung, welches

der Anblick der Natur auf Meer= und Land=Reiſen, ein ſorgfältiges Studium der Gebilde und Kräfte, der lebendige Eindruck eines Naturganzen unter den verſchiedenſten Erdſtrichen in mir erregt haben. Vieles, das in dieſem Verſuche ſo überaus mangelhaft iſt, wird bei der beſchleunigten Zunahme des Wiſſens, deren ſich alle Theile der phyſikaliſchen Wiſſenſchaften erfreuen, vielleicht in naher Zukunft berichtigt und vervollſtändigt werden. Es liegt ja in dem Entwickelungsgange aller Diſciplinen, daß das, was lange iſolirt geſtanden, ſich allgemach verkettet und höheren Geſetzen untergeordnet wird. Ich bezeichne nur den empiriſchen Weg, auf dem ich und viele mir Gleichgeſinnte fortſchreiten: erwartungsvoll, daß man uns, wie einſt, nach Plato's Ausſpruch, Socrates es forderte [96], „die Natur nach der Vernunft auslege".

Die Schilderung der telluriſchen Erſcheinungen in ihren Hauptmomenten muß mit der Geſtalt und den Raumverhältniſſen unſres Planeten beginnen. Auch hier darf man ſagen: nicht etwa bloß die mineralogiſche Beſchaffenheit, die kryſtalliniſch körnigen oder die dichten, mit Verſteinerungen angefüllten Gebirgsarten; nein, die geometriſche Geſtalt der Erde ſelbſt bezeugt die Art ihrer Entſtehung, ſie iſt ihre Geſchichte. Ein elliptiſches Rotations=Sphäroid deutet auf eine einſt weiche oder flüſſige Maſſe. Zu den älteſten geognoſtiſchen Begebenheiten, allen Verſtändigen lesbar in dem Buch der Natur niedergeſchrieben, gehört die Abplattung, wie auch (um ein anderes uns ſehr nahes Beiſpiel anzuführen) die perpetuirliche Richtung der großen Axe des Mondſphäroids gegen die Erde: d. h. die vermehrte Anhäufung der Materie auf der Mondhälfte, welche wir ſehen: eine Anhäufung, die das Verhältniß der

Rotation zur Umlaufszeit beſtimmt und bis zur älteſten Bildungs-Epoche des Satelliten hinaufreicht. „Die mathematiſche Figur der Erde iſt die mit nicht ſtrömendem Waſſer bedeckte Oberfläche derſelben"; auf ſie beziehen ſich alle geodätiſchen auf den Meeresſpiegel reducirten Gradmeſſungen. Von dieſer mathematiſchen Oberfläche der Erde iſt die phyſiſche, mit allen Zufälligkeiten und Unebenheiten des Starren, verſchieden [97]. Die ganze Figur der Erde iſt beſtimmt, wenn man die Quantität der Abplattung und die Größe des Aequatorial-Durchmeſſers kennt. Um ein vollſtändiges Bild der Geſtaltung zu erlangen, wären aber Meſſungen in zwei auf einander ſenkrechten Richtungen nöthig.

Eilf Gradmeſſungen (Beſtimmungen der Krümmung der Erdoberfläche in verſchiedenen Gegenden), von denen neun bloß unſerem Jahrhundert angehören, haben uns die Größe des Erdkörpers, den ſchon Plinius [98] „einen Punkt im unermeßlichen Weltall" nennt, kennen gelehrt. Wenn dieſelben nicht übereinſtimmen in der Krümmung verſchiedener Meridiane unter gleichen Breitengraden, ſo ſpricht eben dieſer Umſtand für die Genauigkeit der angewandten Inſtrumente und der Methoden, für die Sicherheit naturgetreuer, partieller Reſultate. Der Schluß ſelbſt von der Zunahme der anziehenden Kraft (in der Richtung vom Aequator zu den Polen hin) auf die Figur eines Planeten iſt abhängig von der Vertheilung der Dichtigkeit in ſeinem Inneren. Wenn Newton aus theoretiſchen Gründen, und wohl auch angeregt durch die von Caſſini ſchon vor 1666 entdeckte Abplattung des Jupiter [99], in ſeinem unſterblichen Werke Philosophiae Naturalis Principia die Abplattung der

Erde bei einer homogenen Maſſe auf $^1/_{230}$ beſtimmte; ſo haben dagegen wirkliche Meſſungen unter dem mächtigen Einfluſſe der neuen vervollkommneten Analyſe erwieſen, daß die Abplattung des Erdſphäroids, in welchem die Dichtigkeit der Schichten als gegen das Centrum hin zunehmend betrachtet wird, ſehr nahe $^1/_{300}$ iſt.

Drei Methoden ſind angewandt worden, um die Krümmung der Erdoberfläche zu ergründen: es iſt dieſelbe aus Gradmeſſungen, aus Pendelſchwingungen und aus gewiſſen Ungleichheiten der Mondsbahn geſchloſſen. Die erſte Methode iſt eine unmittelbare geometriſch-aſtronomiſche; in den anderen zweien wird aus genau beobachteten Bewegungen auf die Kräfte geſchloſſen, welche dieſe Bewegungen erzeugen: und von dieſen Kräften auf die Urſache derſelben, nämlich auf die Abplattung der Erde. Ich habe hier, in dem allgemeinen Naturgemälde, ausnahmsweiſe der Anwendung von Methoden erwähnt, weil die Sicherheit derſelben lebhaft an die innige Verkettung von Naturphänomenen in Geſtalt und Kräften mahnt; und weil dieſe Anwendung ſelbſt die glückliche Veranlaſſung geworden iſt die Genauigkeit der Inſtrumente (der raummeſſenden, der optiſchen und zeitbeſtimmenden) zu ſchärfen, die Fundamente der Aſtronomie und Mechanik in Hinſicht auf Mondbewegung und auf Erörterung des Widerſtandes, den die Pendelſchwingungen erleiden, zu vervollkommnen, ja der Analyſis eigene und unbetretene Wege zu eröffnen. Die Geſchichte der Wiſſenſchaften bietet neben der Unterſuchung der Parallaxe der Fixſterne, die zur Aberration und Nutation geführt hat, kein Problem dar, in welchem in gleichem Grade das erlangte Reſultat (die Kenntniß der mittleren Abplattung

und die Gewißheit, daß die Figur der Erde keine regelmäßige iſt) an Wichtigkeit dem nachſteht, was auf dem langen und mühevollen Wege zur Erreichung des Zieles an allgemeiner Ausbildung und Vervollkommnung des mathematiſchen und aſtronomiſchen Wiſſens gewonnen worden iſt. Die Vergleichung von eilf Gradmeſſungen, unter denen drei außer-europäiſche: die alte peruaniſche und zwei oſtindiſche, begriffen ſind, hat, nach den ſtrengſten theoretiſchen Anforderungen von Beſſel berechnet, eine Abplattung von $^1/_{299}$ gegeben [100]. Danach iſt der Polar-Halbmeſſer 10938 Toiſen, faſt $2^7/_8$ geographiſche Meilen, kürzer als der Aequatorial-Halbmeſſer des elliptiſchen Rotations-Sphäroids. Die Anſchwellung unter dem Aequator in Folge der Krümmung der Oberfläche des Sphäroids beträgt alſo, der Richtung der Schwere nach, etwas mehr als $4^3/_7$mal die Höhe des Montblanc, nur $2^1/_2$mal die wahrſcheinliche Höhe des Dhawalagiri-Gipfels in der Himalaya-Kette. Die Mondsgleichungen (Störungen in der Länge und Breite des Mondes) geben nach den letzten Unterſuchungen von Laplace faſt daſſelbe Reſultat der Abplattung ($^1/_{299}$) als die Gradmeſſungen. Aus den Pendel-Verſuchen folgt im ganzen [1] eine weit größere Abplattung ($^1/_{288}$).

Galilei, der während des Gottesdienſtes, wahrſcheinlich etwas zerſtreut, ſchon als Knabe erkannte, daß durch die Dauer der Schwingungen von Kronleuchtern, welche in ungleicher Höhe hingen, die ganze Höhe eines Kirchengewölbes zu meſſen ſei; hatte freilich nicht geahndet, wie das Pendel einſt von Pol zu Pol würde getragen werden, um die Geſtalt der Erde zu beſtimmen: oder vielmehr um die Ueberzeugung zu geben, daß die ungleiche Dichtigkeit der Erd-

ſchichten die Länge des Secunden-Pendels durch verwickelte, aber in großen Länderſtrecken ſich faſt gleichmäßig äußernde Local-Attractionen afficire. Dieſe geognoſtiſchen Beziehungen eines zeitmeſſenden Inſtruments; dieſe Eigenſchaft des Pendels, wie ein Senkblei die ungeſehene Tiefe zu erſpähen, ja in vulkaniſchen Inſeln[2] oder am Abhange gehobener continentaler Bergketten[3], ſtatt der Höhlungen dichte Maſſen von Baſalt und Melaphyr anzudeuten: erſchweren (trotz der bewundernswürdigen Einfachheit der Methode) die Erlangung eines allgemeinen Reſultats, die Herleitung der Figur der Erde aus Beobachtung von Pendelſchwingungen. Auch in dem aſtronomiſchen Theile der Meſſung eines Breitengrades wirken ablenkend und nachtheilig, doch nicht in gleichem Maaße, Gebirgsketten oder dichtere Schichten des Bodens.

Da die Geſtalt der Erde auf die Bewegung anderer Weltkörper, beſonders auf die ihres nahen Satelliten, einen mächtigen Einfluß ausübt, ſo läßt die vervollkommnete Kenntniß der Bewegung des letzteren uns auch wiederum auf die Geſtalt der Erde zurückſchließen. Demnach hätte, wie Laplace ſich ſinnig ausdrückt[4], ein Aſtronom, „ohne ſeine Sternwarte zu verlaſſen, durch Vergleichung der Mondtheorie mit den wirklichen Beobachtungen nicht nur die Geſtalt und Größe der Erde, ſondern auch ihre Entfernung von der Sonne und vom Monde beſtimmen können: Reſultate, die erſt durch lange und mühevolle Unternehmungen nach den entlegenſten Gegenden beider Hemiſphären erlangt worden ſind.“ Die Abplattung, welche aus den Ungleichheiten des Mondes geſchloſſen wird, gewährt den Vorzug, daß ſie, was einzelne Gradmeſſungen und Pendel-Verſuche

nicht leiſten, eine mittlere, dem ganzen Planeten zukommende iſt. Mit der Rotations-Geſchwindigkeit verglichen, beweiſt ſie dazu die Zunahme der Dichtigkeit der Erdſchichten von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt hin: eine Zunahme, welche die Vergleichung der Achſen-Verhältniſſe des Jupiter und Saturn mit ihrer Umdrehungszeit auch in dieſen beiden großen Planeten offenbart. So berechtigt die Kenntniß äußerer Geſtaltung zu Schlüſſen über die innere Beſchaffenheit der Weltkörper.

Die nördliche und ſüdliche Erdhälfte ſcheinen unter gleichen Breitengraden ungefähr dieſelbe Erdkrümmung [5] darzubieten; aber Pendel-Verſuche und Gradmeſſungen geben, wie ſchon oben bemerkt iſt, für einzelne Theile der Oberfläche ſo verſchiedene Reſultate, daß man keine regelmäßige Figur angeben kann, welche allen auf dieſen Wegen bisher erhaltenen Reſultaten genügen würde. Die wirkliche Figur der Erde verhält ſich zu einer regelmäßigen, „wie die unebene Oberfläche eines bewegten Waſſers ſich zu der ebenen Oberfläche eines ruhigen verhält".

Nachdem die Erde gemeſſen worden iſt, mußte ſie gewogen werden. Pendelſchwingungen und Bleiloth haben ebenfalls dazu gedient die mittlere Dichtigkeit der Erde zu beſtimmen: ſei es, daß man in Vereinigung aſtronomiſcher und geodätiſcher Operationen die Ablenkung des Bleiloths von der Verticale in der Nähe eines Berges ſuchte, oder durch Vergleichung der Pendellänge in der Ebene und auf dem Gipfel einer Anhöhe, oder endlich durch Anwendung einer Drehwage, die man als ein horizontal ſchwingendes Pendel betrachten kann, die relative Dichtigkeit der nahen Erdſchichten maß. Von dieſen drei Methoden [6] iſt die

letzte die ſicherſte, da ſie unabhängig von der ſchwierigen Beſtimmung der Dichtigkeit der Mineralien iſt, aus welchen das ſphäriſche Segment eines Berges beſteht, in deſſen Nähe man beobachtet. Sie giebt nach den neueſten Verſuchen von Reich 5,44; d. h. ſie zeigt, daß die mittlere Dichtigkeit der ganzen Erde ſo vielmal größer iſt als die des reinen Waſſers. Da nun nach der Natur der Gebirgsſchichten, welche den trockenen, continentalen Theil der Erdoberfläche bilden, die Dichtigkeit dieſes Theils kaum 2,7, die Dichtigkeit der trocknen und oceaniſchen Oberfläche zuſammen kaum 1,6 beträgt; ſo folgt aus jener Angabe, wie ſehr die elliptiſchen, ungleich abgeplatteten Schichten des Inneren durch Druck oder durch Heterogeneität der Stoffe gegen das Centrum zu an Dichtigkeit zunehmen. Hier zeigt ſich wieder, daß das Pendel, das ſenkrechte wie das horizontal ſchwingende, mit Recht ein geognoſtiſches Inſtrument genannt worden iſt.

Aber die Schlüſſe, zu welchen der Gebrauch eines ſolchen Inſtruments führt, hat berühmte Phyſiker, nach Verſchiedenheit der Hypotheſen, von denen man ausging, zu ganz entgegengeſetzten Anſichten über die Naturbeſchaffenheit des Inneren des Erdkörpers geleitet. Man hat berechnet, in welchen Tiefen tropfbar-flüſſige, ja ſelbſt luftförmige Stoffe durch den eigenen Druck ihrer auf einander gelagerten Schichten die Dichtigkeit der Platina oder ſelbſt des Iridiums übertreffen würden; und um die innerhalb ſehr enger Grenzen bekannte Abplattung mit der Annahme einer einfachen, bis ins unendliche compreſſibeln Subſtanz in Einklang zu bringen, hat der ſcharfſinnige Leslie den Kern der Erde als eine Hohlkugel beſchrieben,

die mit ſogenannten „unwägbaren Stoffen von ungeheurer Repulſivkraft" erfüllt wäre. Dieſe gewagten und willkührlichen Vermuthungen haben in ganz unwiſſenſchaftlichen Kreiſen bald noch phantaſiereichere Träume hervorgerufen. Die Hohlkugel iſt nach und nach mit Pflanzen und Thieren bevölkert worden, über die zwei kleine unterirdiſch kreiſende Planeten, Pluto und Proſerpina, ihr mildes Licht ausgießen. Immer gleiche Wärme herrſcht in dieſen inneren Erdräumen, und die durch Compreſſion ſelbſtleuchtende Luft könnte wohl die Planeten der Unterwelt entbehrlich machen. Nahe am Nordpol, unter 82° Breite, da wo das Polarlicht ausſtrömt, iſt eine ungeheure Oeffnung, durch die man in die Hohlkugel hinabſteigen kann. Zu einer ſolchen unterirdiſchen Expedition ſind Sir Humphry Davy und ich vom Capitän Symmes wiederholt und öffentlich aufgefordert worden. So mächtig iſt die krankhafte Neigung der Menſchen, unbekümmert um das widerſprechende Zeugniß wohlbegründeter Thatſachen oder allgemein anerkannter Naturgeſetze, ungeſehene Räume mit Wundergeſtalten zu füllen. Schon der berühmte Halley hatte, am Ende des 17ten Jahrhunderts, in ſeinen magnetiſchen Speculationen die Erde ausgehöhlt. Ein unterirdiſch frei rotirender Kern verurſacht durch ſeine Stellung die tägliche und jährliche Veränderung der magnetiſchen Abweichung! Was bei dem geiſtreichen Holberg eine heitere Fiction war, hat man zu unſerer Zeit mit langweiligem Ernſte in ein wiſſenſchaftliches Gewand zu kleiden verſucht.

Die Figur der Erde und der Grad der Starrheit (Dichtigkeit), welchen die Erde erlangt hat, ſtehen in inniger Verbindung mit den Kräften, die ſie beleben: ſofern

nämlich dieſe Kräfte nicht von außen her durch die planetariſche Stellung gegen einen leuchtenden Centralkörper angeregt oder erweckt ſind. Die Abplattung, Folge der auf eine rotirende Maſſe einwirkenden Schwungkraft, offenbart den früheren Zuſtand der Flüſſigkeit unſres Planeten. Bei dem Erſtarren dieſer Flüſſigkeit, die man geneigt iſt als eine dunſtförmige, bereits urſprünglich zu einer ſehr hohen Temperatur erhitzte anzunehmen, iſt eine ungeheure Menge latenter Wärme frei geworden. Fing der Proceß der Erſtarrung, wie Fourier will, von der zuerſt durch Strahlung gegen den Himmelsraum erkaltenden Oberfläche an, ſo blieben die dem Mittelpunkt der Erde näheren Theile flüſſig und glühend. Da nach langer Ausſtrömung der Wärme vom Mittelpunkt gegen die Oberfläche ſich endlich ein Stabilitäts-Zuſtand in der Temperatur des Erdkörpers hergeſtellt hat, ſo wird angenommen, daß mit zunehmender Tiefe auch die unterirdiſche Wärme ununterbrochen zunehme. Die Wärme der Waſſer, welche den Bohrlöchern (arteſiſchen Brunnen) entquellen, unmittelbare Verſuche über die Temperatur des Geſteins in den Bergwerken, vor allem aber die vulkaniſche Thätigkeit der Erde, d. i. der Erguß geſchmolzener Maſſen aus geöffneten Spalten: bezeugen dieſe Zunahme auf das unwiderſprechlichſte für ſehr beträchtliche Tiefen der oberen Erdſchichten. Nach Schlüſſen, die ſich freilich nur auf Analogien gründen, wird dieſelbe auch mehr als wahrſcheinlich weiter gegen das Centrum hin.

Was ein kunſtreicher, für dieſe Claſſe von Unterſuchungen [7] eigens vervollkommneter, analytiſcher Calcül über die Bewegung der Wärme in homogenen metalliſchen Sphäroiden gelehrt hat, iſt: bei unſerer Unkenntniß der Stoffe,

aus denen die Erde zuſammengeſetzt ſein kann, bei der Verſchiedenheit der Wärme-Capacität und Leitungsfähigkeit auf einander geſchichteter Maſſen, bei den chemiſchen Umwandlungen, welche feſte und flüſſige Materien durch einen ungeheuren Druck erleiden; nur ſehr vorſichtig auf die wirkliche Naturbeſchaffenheit unſres Planeten anzuwenden. Am ſchwierigſten für unſere Faſſungskraft iſt die Vorſtellung von der Grenzlinie zwiſchen der flüſſigen Maſſe des Inneren und den ſchon erhärteten Gebirgsarten der äußeren Erdrinde, von der allmäligen Zunahme der feſten Schichten und dem Zuſtande der Halbflüſſigkeit erdiger zäher Stoffe, für welche die bekannten Geſetze der Hydraulik nur unter beträchtlichen Modificationen gelten können. Sonne und Mond, welche das Meer in Ebbe und Fluth bewegen, wirken höchſt wahrſcheinlich auch bis zu jenen Erdtiefen. Unter dem Gewölbe ſchon erſtarrter Gebirgsarten kann man allerdings periodiſche Hebungen und Senkungen der geſchmolzenen Maſſe, Ungleichheiten des gegen das Gewölbe ausgeübten Druckes vermuthen. Das Maaß und die Wirkung ſolcher Oſcillation kann aber nur gering ſein; und wenn der relative Stand der anziehenden Weltkörper auch hier Springfluthen erregen muß, ſo iſt doch gewiß nicht dieſen, ſondern mächtigeren inneren Kräften die Erſchütterung der Erdoberfläche zuzuſchreiben. Es giebt Gruppen von Erſcheinungen, deren Exiſtenz es nur darum nützlich iſt hervorzuheben, um die Allgemeinheit des Einfluſſes der Attraction von Sonne und Mond auf das äußere und innere Leben der Erde zu bezeichnen, ſo wenig wir auch die Größe eines ſolchen Einfluſſes numeriſch zu beſtimmen vermögen.

Nach ziemlich übereinſtimmenden Erfahrungen in den

arteſiſchen Brunnen nimmt in der oberen Erdrinde die Wärme im Durchſchnitt mit einer ſenkrechten Tiefe von je 92 Pariſer Fuß um 1° des hunderttheiligen Thermometers zu. Befolgte dieſe Zunahme ein arithmetiſches Verhältniß, ſo würde demnach, wie ich bereits oben [8] angegeben habe, eine Granitſchicht in der Tiefe von $5^2/_{10}$ geographiſchen Meilen (vier- bis fünfmal gleich dem höchſten Gipfel des Himalaya-Gebirges) geſchmolzen ſein.

In dem Erdkörper ſind dreierlei Bewegungen der Wärme zu unterſcheiden. Die erſte iſt periodiſch und verändert die Temperatur der Erdſchichten, indem nach Verſchiedenheit des Sonnenſtandes und der Jahreszeiten die Wärme von oben nach unten eindringt, oder auf demſelben Wege von unten nach oben ausſtrömt. Die zweite Art der Bewegung iſt ebenfalls eine Wirkung der Sonne und von außerordentlicher Langſamkeit. Ein Theil der Wärme, die in den Aequatorial-Gegenden eingedrungen iſt, bewegt ſich nämlich in dem Inneren der Erdrinde gegen die Pole hin, und ergießt ſich an den Polen in den Luftkreis und den fernen Weltraum. Die dritte Art der Bewegung iſt die langſamſte von allen; ſie beſteht in der ſecularen Erkaltung des Erdkörpers: in dem Wenigen, was jetzt noch von der primitiven Wärme des Planeten an die Oberfläche abgegeben wird. Dieſer Verluſt, den die Centralwärme erleidet, iſt in der Epoche der älteſten Erdrevolutionen ſehr beträchtlich geweſen, ſeit den hiſtoriſchen Zeiten aber wird er für unſere Inſtrumente kaum meßbar. Die Oberfläche der Erde befindet ſich demnach zwiſchen der Glühhitze der unteren Schichten und dem Weltraume, deſſen Temperatur wahrſcheinlich unter dem Gefrierpunkt des Queckſilbers iſt.

Die periodiſchen Veränderungen der Temperatur, welche

an der Oberfläche der Sonnenſtand und die meteorologiſchen Proceſſe hervorrufen, pflanzen ſich im Inneren der Erde aber nur bis zu ſehr geringen Tiefen fort. Dieſe Langſamkeit der Wärmeleitung des Bodens ſchwächt auch im Winter den Wärmeverluſt und wird tiefwurzelnden Bäumen günſtig. Punkte, welche in verſchiedenen Tiefen in einer Verticallinie liegen, erreichen zu ſehr verſchiedenen Zeiten das Maximum und Minimum der mitgetheilten Temperatur. Je mehr ſie ſich von der Oberfläche entfernen, deſto geringer ſind die Unterſchiede dieſer Extreme. In unſeren Breiten der gemäßigten Zone (Br. 48°—52°) liegt die Schicht invariabler Temperatur in 55—60 Fuß Tiefe; ſchon in der Hälfte dieſer Tiefe erreichen die Oſcillationen des Thermometers durch Einfluß der Jahreszeiten kaum noch einen halben Grad. Dagegen wird in dem Tropenklima die invariable Schicht ſchon einen Fuß tief unter der Oberfläche gefunden: und dieſe Thatſache iſt von Bouſſingault auf eine ſcharfſinnige Weiſe zu einer bequemen und, wie er glaubt, ſicheren Beſtimmung der mittleren Luft-Temperatur des Ortes benutzt worden[9]. Dieſe mittlere Luft-Temperatur an einem beſtimmten Punkte oder in einer Gruppe nahe gelegener Punkte der Oberfläche iſt gewiſſermaßen das Grundelement der klimatiſchen und Cultur-Verhältniſſe einer Gegend; aber die mittlere Temperatur der ganzen Oberfläche iſt von der des Erdkörpers ſelbſt ſehr verſchieden. Die ſo oft angeregte Frage: ob jene im Lauf der Jahrhunderte beträchtliche Veränderungen erlitten, ob das Klima eines Landes ſich verſchlechtert hat, ob nicht etwa gleichzeitig die Winter milder und die Sommer kälter geworden ſind? kann nur durch das Thermometer entſchieden werden; und die Erfindung dieſes

Inſtruments iſt kaum drittehalb-hundert Jahre, ſeine verſtändige Anwendung kaum 120 Jahre alt. Die Natur und Neuheit des Mittels ſetzt alſo hier den Forſchungen über die Luft-Temperatur ſehr enge Grenzen. Ganz anders iſt die Löſung des größeren Problems der inneren Wärme des ganzen Erdkörpers. Wie man aus der unveränderten Schwingungsdauer eines Pendels auf die bewahrte Gleichheit ſeiner Temperatur ſchließen kann, ſo belehrt uns die unveränderte Umdrehungs-Geſchwindigkeit der Erde über das Maaß der Stabilität ihrer mittleren Temperatur. Dieſe Einſicht in das Verhältniß der *Tageslänge* zur *Wärme* gehört zu den glänzendſten Anwendungen einer langen Kenntniß der *Himmelsbewegungen* auf den *thermiſchen Zuſtand* unſres Planeten. Die Umdrehungs-Geſchwindigkeit der Erde hängt nämlich von ihrem Volum ab. So wie in der durch Strahlung allmälig erkaltenden Maſſe die Rotations-Achſe kürzer würde, müßten mit Abnahme der Temperatur die Umdrehungs-Geſchwindigkeit vermehrt und die Tageslänge vermindert werden. Nun ergiebt die Vergleichung der ſecularen Ungleichheiten in den Bewegungen des Mondes mit den in älteren Zeiten beobachteten Finſterniſſen, daß ſeit Hipparchs Zeiten, alſo ſeit vollen 2000 Jahren, die Länge des Tages gewiß nicht um den hundertſten Theil einer Secunde abgenommen hat. Es iſt demnach innerhalb der *äußerſten*[10] Grenze dieſer Abnahme die mittlere Wärme des Erdkörpers ſeit 2000 Jahren nicht um $^1/_{170}$ eines Grades verändert worden.

Dieſe Unveränderlichkeit der Form ſetzt auch eine große Unveränderlichkeit in der Vertheilung der Dichtigkeits-Verhältniſſe im Inneren des Erdkörpers voraus. Die trans-

latoriſchen Bewegungen, welche die Ausbrüche der jetzigen Vulkane, das Hervordringen eiſenhaltiger Laven, das Ausfüllen vorher leerer Spalten und Höhlungen mit dichten Steinmaſſen verurſachen; ſind demnach nur als kleine Oberflächen-Phänomene, als Ereigniſſe eines Theiles der Erdrinde zu betrachten, welcher der Dimenſion nach gegen die Größe des Erd-Halbmeſſers verſchwindet.

Die innere Wärme des Planeten habe ich in ihrer Urſach und Vertheilung faſt ausſchließlich nach dem Reſultate der ſchönen Unterſuchungen Fourier's geſchildert. Poiſſon bezweifelt die ununterbrochene Zunahme der Erdwärme von der Oberfläche der Erde zum Centrum. Er glaubt, daß alle Wärme von außen nach innen eingedrungen iſt, und daß die Temperatur des Erdkörpers abhängig iſt von der ſehr hohen oder ſehr niedrigen Temperatur der Welträume, durch welche ſich das Sonnenſyſtem bewegt hat. Dieſe Hypotheſe, von einem der tiefſinnigſten Mathematiker unſerer Zeit erſonnen, hat faſt nur ihn, wenig die Phyſiker und Geognoſten befriedigt. Was aber auch die Urſache der inneren Wärme unſers Planeten und der begrenzten oder unbegrenzten Zunahme in den tieferen Schichten ſein mag: immer führt ſie uns in dieſem Entwurfe eines allgemeinen Naturgemäldes, durch den inneren Zuſammenhang aller primitiven Erſcheinungen der Materie, durch das gemeinſame Band, welches die Molecular-Kräfte umſchlingt, in das dunkle Gebiet des M a g n e t i s m u s. Temperatur-Veränderungen bringen magnetiſche und electriſche Ströme hervor. Der telluriſche Magnetismus, deſſen Hauptcharakter in der dreifachen Aeußerung ſeiner Kräfte eine ununterbrochene p e r i o d i ſ c h e V e r ä n d e r l i c h k e i t iſt, wird entweder der ganzen,

ungleich erwärmten Erdmaſſe ſelbſt [11]; oder jenen galvaniſchen Strömen zugeſchrieben, die wir als Electricität in Bewegung, als Electricität in einem in ſich ſelbſt zurückkehrenden Kreislaufe betrachten [12]. Der geheimnißvolle Gang der Magnetnadel iſt von der Zeit und dem Raume, von dem Sonnenlaufe und der Veränderung des Orts auf der Erdoberfläche gleichmäßig bedingt. Man erkennt an der Nadel, wie an den Schwankungen des Barometers zwiſchen den Wendekreiſen, die Stunde des Tages. Sie wird durch das ferne Nordlicht, durch die Himmelsgluth, welche an einem der Pole farbig ausſtrahlt, urplötzlich, doch nur vorübergehend, afficirt. Wenn die ruhige ſtündliche Bewegung der Nadel durch ein magnetiſches Ungewitter geſtört iſt, ſo offenbart ſich die Perturbation oftmals über Meer und Land, auf Hunderte und Tauſende von Meilen im ſtrengſten Sinne des Worts gleichzeitig, oder ſie pflanzt ſich in kurzen Zeiträumen allmälig in jeglicher Richtung über die Oberfläche der Erde fort [13]. Im erſteren Falle könnte die Gleichzeitigkeit des Ungewitters, wie Jupiterstrabanten, Feuerſignale und wohl beachtete Sternſchnuppen, innerhalb gewiſſer Grenzen zur geographiſchen Längen-Beſtimmung dienen. Man erkennt mit Verwunderung, daß die Zuckungen zweier kleinen Magnetnadeln, und wären ſie tief in unterirdiſchen Räumen aufgehangen, die Entfernung meſſen, welche ſie von einander trennt; daß ſie lehren, wie weit Kaſan öſtlich von Göttingen oder von den Ufern der Seine liegt. Es giebt auch Gegenden der Erde, wo der Seefahrer, ſeit vielen Tagen in Nebel gehüllt, ohne Sonne und Sterne, ohne alle Mittel der Zeitbeſtimmung, durch die Neigungs-Veränderung der Nadel mit Sicherheit wiſſen kann, ob er ſich

nördlich oder ſüdlich von einem Hafen befindet [14], in den er einlaufen ſoll.

Wenn die plötzlich in ihrem ſtündlichen Gange geſtörte Nadel das Daſein eines magnetiſchen Ungewitters verkündigt, ſo bleibt der Sitz der Perturbations-Urſach: ob ſie in der Erdrinde ſelbſt oder im oberen Luftkreiſe zu ſuchen ſei, leider! für uns noch unentſchieden. Betrachten wir die Erde als einen wirklichen Magnet, ſo ſind wir genöthigt, nach dem Ausſpruch des tiefſinnigen Gründers einer allgemeinen Theorie des Erd-Magnetismus, Friedrich Gauß, durchſchnittlich wenigſtens jedem Theile der Erde, der ein Achtel Cubikmeter, d. i. $3^7/_{10}$ Cubikfuß, groß iſt, eine eben ſo ſtarke Magnetiſirung beizulegen, als ein einpfündiger Magnetſtab enthält [15]. Wenn Eiſen und Nickel, wahrſcheinlich auch Kobalt (nicht Chrom [16], wie man lange geglaubt hat), die alleinigen Subſtanzen ſind, welche dauernd magnetiſch werden und die Polarität durch eine gewiſſe Coercitivkraft zurückhalten; ſo beweiſen dagegen die Erſcheinungen von Arago's Rotations-Magnetismus und Faraday's inducirten Strömen, daß wahrſcheinlich alle telluriſchen Stoffe vorübergehend ſich magnetiſch verhalten können. Nach den Verſuchen des erſteren der eben genannten großen Phyſiker wirken auf die Schwingungen einer Nadel Waſſer, Eis [17], Glas und Kohle ganz wie Queckſilber in den Rotations-Verſuchen. Faſt alle Stoffe zeigen ſich in einem gewiſſen Grade magnetiſch, wenn ſie leitend ſind, d. h. von der Electricität durchſtrömt werden.

So uralt auch bei den weſtlichen Völkern die Kenntniß der Ziehkraft natürlicher Eiſen-Magnete zu ſein ſcheint, ſo war doch (und dieſe hiſtoriſch ſehr feſt begründete

Thatſache iſt auffallend genug) die Kenntniß der Richtkraft einer Magnetnadel, ihre Beziehung auf den Erd-Magnetismus nur dem äußerſten Oſten von Aſien, den Chineſen, eigenthümlich. Tauſend und mehr Jahre vor unſerer Zeitrechnung, zu der dunklen Epoche des Kodros und der Rückkehr der Herakliden nach dem Peloponnes hatten die Chineſen ſchon magnetiſche Wagen, auf denen der bewegliche Arm einer Menſchengeſtalt unausgeſetzt nach Süden wies, um ſicher den Landweg durch die unermeßlichen Grasebenen der Tartarei zu finden; ja im dritten Jahrhundert nach unſerer Zeitrechnung, alſo wenigſtens 700 Jahre vor der Einführung des Schiffscompaſſes in den europäiſchen Meeren, ſegelten ſchon chineſiſche Fahrzeuge in dem indiſchen Ocean[18] nach magnetiſcher Süd-Weiſung. Ich habe in einem anderen Werke gezeigt, welche Vorzüge[19] dieſes Mittel topographiſcher Orientirung, dieſe frühe Kenntniß und Anwendung der dem Weſten unbekannten Magnetnadel den chineſiſchen Geographen vor den griechiſchen und römiſchen gegeben hat, denen z. B. die wahre Richtung der Apenninen und Pyrenäen ſtets unbekannt blieb.

Die magnetiſche Kraft unſres Planeten offenbart ſich an ſeiner Oberfläche in drei Claſſen von Erſcheinungen, deren eine die veränderliche Intenſität der Kraft, zwei andere die veränderliche Richtung in der Neigung und in der horizontalen Abweichung vom terreſtriſchen Meridiane des Orts darbieten. Die Geſammtwirkung nach außen wird alſo graphiſch durch drei Syſteme von Linien bezeichnet: die der iſodynamiſchen, iſokliniſchen und iſogoniſchen (gleicher Kraft, gleicher Neigung und gleicher Abweichung). Der Abſtand und die relative Lage

dieſer ſtets bewegten, oſcillirend fortſchreitenden Curven bleiben nicht immer dieſelben. Die totale Abweichung (Variation oder Declination der Magnetnadel) verändert ſich an gewiſſen Punkten [20] der Erde, z. B. in dem weſtlichen Theil der Antillen und in Spitzbergen, in einem ganzen Jahrhundert gar nicht oder auf eine bisher kaum bemerkbare Weiſe. Eben ſo zeigt ſich, daß die iſogoniſchen Curven, wenn ſie in ihrer ſecularen Bewegung von der Oberfläche des Meers auf einen Continent oder eine Inſel von beträchtlichem Umfange gerathen, lange auf denſelben verweilen und dann im Fortſchreiten ſich krümmen.

Dieſe allmälige Umwandlung der Geſtaltungen, welche die Translation begleiten und die Gebiete der öſtlichen und weſtlichen Abweichung im Laufe der Zeiten ſo ungleich erweitern, macht es ſchwer, in den graphiſchen Darſtellungen, welche verſchiedenen Jahrhunderten angehören, die Uebergänge und Analogie der Formen aufzufinden. Jeder Zweig einer Curve hat ſeine Geſchichte; aber dieſe Geſchichte ſteigt bei den weſtlichen Völkern nirgends höher hinauf als bis zu der denkwürdigen Epoche (13 September 1492), wo der Wieder-Entdecker der Neuen Welt 3° weſtlich vom Meridian der azoriſchen Inſel Flores eine Linie ohne Abweichung erkannte [21]. Ganz Europa hat jetzt, einen kleinen Theil von Rußland abgerechnet, eine weſtliche Abweichung: während daß am Ende des 17ten Jahrhunderts, erſt in London 1657 und dann 1669 in Paris (alſo trotz der kleinen Entfernung mit einem Unterſchiede von 12 Jahren), die Nadel gerade nach dem Nordpol wies. Im öſtlichen Rußland: im Oſten von dem Ausfluß der Wolga, von Saratow, Niſchni-Nowgorod und Archangelſk, dringt von Aſien her die öſtliche Abweichung zu

uns ein. In dem weit ausgedehnten Gebiete des nördlichen Aſiens haben uns zwei vortreffliche Beobachter, Hanſteen und Adolph Erman, die wunderbare doppelte Krümmung der Abweichungslinien kennen gelehrt: concav gegen den Pol gerichtet zwiſchen Obdorſk am Obi und Turuchanſk, convex zwiſchen dem Baikal-See und dem Ochotſkiſchen Meerbuſen. In dieſem letzteren Theile der Erde, im nordöſtlichen Aſien, zwiſchen dem Werchojanſker Gebirge, Jakutſk und dem nördlichen Korea, bilden die iſogoniſchen Linien ein merkwürdiges in ſich geſchloſſenes Syſtem. Dieſe eiförmige Geſtaltung[22] wiederholt ſich regelmäßiger und in einem größeren Umfange in der Südſee, faſt im Meridian von Pitcairn und der Inſelgruppe der Marqueſas, zwiſchen 20° nördlicher und 45° ſüdlicher Breite. Man könnte geneigt ſein eine ſo ſonderbare Configuration in ſich geſchloſſener, faſt concentriſcher Abweichungslinien für die Wirkung einer Localbeſchaffenheit des Erdkörpers zu halten; ſollten aber auch dieſe iſolirt ſcheinenden Syſteme ſich in dem Lauf der Jahrhunderte fortbewegen, ſo muß man hier, wie bei allen großen Naturkräften, auf eine allgemeinere Urſach der Erſcheinung ſchließen.

Die ſtündlichen Veränderungen der Abweichung: von der wahren Zeit abhängig, ſcheinbar von der Sonne beherrſcht, ſo lange ſie über dem Horizonte eines Orts iſt, nehmen mit der magnetiſchen Breite in ihrem angularen Werthe ab. Nahe am Aequator, z. B. auf der Inſel Rawak, ſind ſie kaum drei bis vier Minuten, wenn ſie im mittleren Europa 13 bis 14 Minuten betragen. Da nun in der ganzen nördlichen Hemiſphäre das Nord-Ende der Nadel im Durchſchnitt von 8½ Uhr Morgens bis 1½

Uhr Mittags von Oſt gen Weſt, und in derſelben Zeit in der ſüdlichen Hemiſphäre daſſelbe Nord-Ende von Weſt gen Oſt fortſchreitet; ſo hat man neuerlichſt mit Recht darauf aufmerkſam gemacht[23], daß es eine Region der Erde, wahrſcheinlich zwiſchen dem terreſtriſchen und magnetiſchen Aequator, geben muß, in welcher keine ſtündliche Veränderung der Abweichung zu bemerken iſt. Dieſe vierte Curve, die der Nicht-Bewegung oder vielmehr Nicht-Veränderung der ſtündlichen Abweichung, iſt bis jetzt noch nicht aufgefunden worden.

Wie man magnetiſche Pole die Punkte der Erdoberfläche nennt, wo die horizontale Kraft verſchwindet, und dieſen Punkten mehr Wichtigkeit zuſchreibt, als ihnen eigentlich zukommt[24]: ſo wird der magnetiſche Aequator diejenige Curve genannt, auf welcher die Neigung der Nadel null iſt. Die Lage dieſer Linie und ihre ſeculare Geſtalt-Veränderung iſt in neueren Zeiten ein Gegenſtand ſorgfältiger Unterſuchung geweſen. Nach der vortrefflichen Arbeit Duperrey's[25], welcher den magnetiſchen Aequator zwiſchen den Jahren 1822 und 1825 ſechsmal berührt hat, ſind die Knoten der beiden Aequatoren: die zwei Punkte, in denen die Linie ohne Neigung den terreſtriſchen Aequator ſchneidet und demnach aus einer Hemiſphäre in die andere übergeht, ſo ungleich vertheilt, daß im Jahr 1825 der Knoten bei der Inſel St. Thomas an der Weſtküſte von Afrika 188° ½ von dem Knoten in der Südſee bei den kleinen Gilberts-Inſeln (faſt in dem Meridian der Viti-Gruppe) auf dem kürzeſten Wege entfernt lag. Ich habe am Anfang dieſes Jahrhunderts auf einer Höhe von 11200 Fuß über dem Meere den Punkt (7° 1′ ſüdl. Breite

und 80° 54′ weſtl. Länge) aſtronomiſch beſtimmen können, wo im Inneren des Neuen Continents die Andeskette zwiſchen Quito und Lima von dem magnetiſchen Aequator durchkreuzt wird. Von da in Weſten verweilt dieſer faſt durch die ganze Südſee, dem terreſtriſchen Aequator ſich langſam nähernd, in der ſüdlichen Halbkugel. Er geht erſt in die nördliche Halbkugel über kurz vor dem indiſchen Archipelagus, berührt nur die Südſpitzen von Aſien, und tritt in das afrikaniſche Feſtland ein weſtlich von Socotora, faſt in der Meerenge von Bab-el-Mandeb: wo er ſich dann am meiſten von dem terreſtriſchen Aequator entfernt. Das unbekannte Land von Inner-Afrika durchſchneidend in der Richtung nach Südweſt, kehrt der magnetiſche Aequator in dem Golf von Guinea in die ſüdliche Tropenzone zurück, und entfernt ſich vom terreſtriſchen Aequator ſo ſehr, daß er die braſilianiſche Küſte bei os Ilheos nördlich von Porto Seguro in 15° ſüdl. Breite berührt. Von da an bis zu der Hochebene der Cordilleren, zwiſchen den Silbergruben von Micuipampa und dem alten Inca-Sitze von Caxamarca, wo ich die Inclination beobachten konnte, durchläuft er ganz Südamerika: das für jetzt unter dieſen ſüdlichen Breiten eine magnetiſche Terra incognita, wie das Innere von Afrika, iſt.

Neue von Sabine [26] geſammelte Beobachtungen haben uns gelehrt, daß der Knoten der Inſel St. Thomas von 1825 bis 1837 bereits 4° von Oſten gegen Weſten gewandert iſt. Es wäre ungemein wichtig zu wiſſen, ob der entgegengeſetzte Pol der Gilberts-Inſeln in der Südſee eben ſo viel gegen Weſten ſich dem Meridian der Carolinen genähert hat. Die hier gegebene allgemeine Ueberſicht muß

genügen, um die verſchiedenen Syſteme nicht ganz paralleler iſokliniſcher Linien an die große Erſcheinung des Gleichgewichts, welche ſich im magnetiſchen Aequator offenbart, zu knüpfen. Für die Ergründung der Geſetze des telluriſchen Magnetismus iſt es kein geringer Vorzug, daß der magnetiſche Aequator, deſſen oſcillirender Geſtaltenwechſel und deſſen Knotenbewegung, mittelſt der veränderten magnetiſchen Breiten, einen Einfluß [27] auf die Neigung der Nadel in den fernſten Weltgegenden ausüben, in ſeiner ganzen Länge, bis auf $^{1}/_{5}$, oceaniſch iſt und daher, durch ein merkwürdiges Raumverhältniß zwiſchen Meer und Land, um ſo zugänglicher wird, als man gegenwärtig im Beſitz von Mitteln iſt beides, Abweichung und Inclination, während der Schifffahrt mit vieler Genauigkeit zu beſtimmen.

Wir haben die Vertheilung des Magnetismus auf der Oberfläche unſers Planeten nach den zwei Formen der Abweichung und der Neigung geſchildert. Es bleibt uns die dritte Form, die der Intenſität der Kraft, übrig, welche graphiſch durch iſodynamiſche Curven (Linien gleicher Intenſität) ausgedrückt wird. Die Ergründung und Meſſung dieſer Kraft durch Schwingung einer verticalen oder horizontalen Nadel hat erſt ſeit dem Anfange des neunzehnten Jahrhunderts in ihren telluriſchen Beziehungen ein allgemeines und lebhaftes Intereſſe erregt. Die Meſſung der horizontalen Kraft iſt, beſonders durch Anwendung feiner optiſcher und chronometriſcher Hülfsmittel, eines Grades der Genauigkeit fähig geworden, welcher die aller anderen magnetiſchen Beſtimmungen weit übertrifft. Wenn für die unmittelbare Anwendung auf Schifffahrt und Steuerung die iſogoniſchen Linien die wichtigeren ſind; ſo zeigen ſich nach den

neueſten Anſichten die iſodynamiſchen, vornehmlich die, welche die Horizontal-Kraft bezeichnen, als diejenigen, welche der Theorie des Erd-Magnetismus[28] die fruchtbringendſten Elemente darbieten. Am früheſten iſt durch Beobachtung die Thatſache erkannt[29] worden, daß die Intenſität der Totalkraft vom Aequator gegen die Pole hin zunimmt.

Die Kenntniß des Maaßes dieſer Zunahme und die Ergründung aller numeriſchen, den ganzen Erdkörper umfaſſenden Verhältniſſe des Intenſitäts-Geſetzes verdankt man beſonders ſeit dem Jahre 1819 der raſtloſen Thätigkeit von Edward Sabine: welcher, nachdem er am amerikaniſchen Nordpol, in Grönland, in Spitzbergen, an den Küſten von Guinea und in Braſilien dieſelben Nadeln hat ſchwingen laſſen, fortwährend alles ſammelt und ordnet, was die Richtung der iſodynamiſchen Linien aufklären kann. Den erſten Entwurf eines iſodynamiſchen Syſtems, in Zonen getheilt, habe ich ſelbſt für einen kleinen Theil von Südamerika geliefert. Es ſind dieſe Linien nicht den Linien gleicher Neigung parallel; die Intenſität der Kraft iſt nicht, wie man anfangs geglaubt hat, am ſchwächſten auf dem magnetiſchen Aequator, ſie iſt nicht einmal gleich auf allen Theilen deſſelben. Wenn man Erman's Beobachtungen im ſüdlichen Theile des atlantiſchen Oceans, wo eine ſchwächende Zone ſich von Angola über die Inſel St. Helena bis an die braſilianiſche Küſte (0,706) hinzieht, mit den neueſten Beobachtungen des großen Seefahrers James Clark Roß vergleicht; ſo findet man, daß an der Oberfläche unſeres Planeten die Kraft gegen den magnetiſchen Südpol hin: da, wo das Victoria-Land ſich vom Cap Crozier gegen den 11600 Fuß hohen, aus dem Eiſe

aufſteigenden Vulkan Erebus verlängert, faſt im Verhältniß wie 1 zu 3 zunimmt[30]. Wenn die Intenſität nahe bei dem magnetiſchen Südpol durch 2,052 ausgedrückt wird (man nimmt noch immer zur Einheit die Intenſität, welche ich auf dem magnetiſchen Aequator im nördlichen Peru gefunden), ſo fand ſie Sabine dem magnetiſchen Nordpol nahe in Melville's Inſel (Br. 74° 27′ N.) nur 1,624, während ſie in den Vereinigten Staaten bei Neu-York (alſo faſt unter Einer Breite mit Neapel) 1,803 iſt.

Durch die glänzenden Entdeckungen von Oerſted, Arago und Faraday iſt die electriſche Ladung des Luftkreiſes der magnetiſchen Ladung des Erdkörpers näher gerückt. Wenn durch Oerſted aufgefunden worden iſt, daß die Electricität in der Umgebung des ſie fortleitenden Körpers Magnetismus erregt, ſo werden dagegen in Faraday's Verſuchen durch den freigewordenen Magnetismus electriſche Strömungen hervorgerufen. Magnetismus iſt eine der vielfachen Formen, unter denen ſich die Electricität offenbart. Die uralte dunkle Ahndung von der Identität der electriſchen und magnetiſchen Anziehung iſt in unſerer Zeit in Erfüllung gegangen. „Wenn das Electrum (der Bernſtein)", ſagt Plinius[31] im Sinne der ioniſchen Naturphiloſophie des Thales, „durch Reibung und Wärme beſeelt wird, ſo zieht es Baſt und dürre Blätter an, ganz wie der Magnetſtein das Eiſen." Dieſelben Worte finden wir in der Litteratur eines Volks, das den öſtlichſten Theil von Aſien bewohnt, bei dem chineſiſchen Phyſiker Kuopho in der Lobrede des Magneten[32]. Nicht ohne Ueberraſchung bemerkte ich auch an den waldigen Ufern des Orinoco, bei den Kinderſpielen der Wilden, unter Volksſtämmen, welche auf

der unterſten Stufe der Roheit ſtehen, daß ihnen die Erregung der Electricität durch Reibung bekannt iſt. Knaben rieben die trocknen, platten und glänzenden Saamen eines rankenden Schotengewächſes (wahrſcheinlich einer Negretia) ſo lange, bis ſie Faſern von Baumwolle und Bambusrohr anzogen. Was die nackten kupferbraunen Eingebornen ergötzt, iſt geeignet einen tiefen und ernſten Eindruck zu hinterlaſſen. Welche Kluft trennt nicht das electriſche Spiel jener Wilden von der Erfindung eines gewitter-entladenden metalliſchen Leiters, einer viele Stoffe chemiſch zerſetzenden Säule, eines lichterzeugenden magnetiſchen Apparats! In ſolcher Kluft liegen Jahrtauſende der geiſtigen Entwickelungsgeſchichte der Menſchheit vergraben!

Der ewige Wechſel, die oſcillatoriſche Bewegung, welche man in allen magnetiſchen Erſcheinungen, denen der Neigung, der Abweichung, und der Intenſität der Kräfte, wahrnimmt: nach den Stunden des Tages und auch der Nacht, nach den Jahreszeiten und dem Verlauf der ganzen Jahre; läßt ſehr verſchiedenartige partielle Syſteme von electriſchen Strömen in der Erdrinde vermuthen. Sind dieſe Strömungen, wie in Seebeck's Verſuchen, thermo-magnetiſch unmittelbar durch ungleiche Vertheilung der Wärme erregt? oder ſoll man ſie nicht vielmehr als durch den Stand der Sonne, durch die Sonnenwärme inducirt [33] betrachten? Hat die Rotation des Planeten und das Moment der Geſchwindigkeit, welches die einzelnen Zonen nach ihrem Abſtande vom Aequator erlangen, Einfluß auf die Vertheilung des Magnetismus? Soll man den Sitz der Strömungen, d. i. der bewegten Electricität, in dem Luftkreiſe, in den interplanetaren Räumen oder in der Polarität der Sonne und des

Mondes ſuchen? Schon Galilei war in ſeinem berühmten Dialogo geneigt die parallele Richtung der Erdachſe einem magnetiſchen Anziehungspunkt im Weltraume zuzuſchreiben.

Wenn man ſich das Innere des Erdkörpers als geſchmolzen und einen ungeheuren Druck erleidend, als zu einer Temperatur erhoben denkt, für die wir kein Maaß haben; ſo muß man wohl auf einen magnetiſchen Kern der Erde verzichten. Allerdings geht erſt bei der Weißglühhitze aller Magnetismus verloren[34]; er äußert ſich noch, wenn das Eiſen dunkelrothglühend iſt; und ſo verſchieden auch die Modificationen ſein mögen, welche der Molecular-Zuſtand und die davon abhängige Coercitivkraft der Stoffe in den Verſuchen erzeugen: ſo bleibt immer noch eine beträchtliche Dicke der Erdſchicht über, die man als Sitz der magnetiſchen Ströme annehmen möchte. Was die alte Erklärung der ſtündlichen Variationen der Abweichung durch die progreſſive Erwärmung der Erde im ſcheinbaren Sonnenlauf von Oſten nach Weſten anbetrifft, ſo muß man ſich dabei freilich auf die äußerſte Oberfläche beſchränken: da die in den Erdboden eingeſenkten, jetzt an ſo vielen Orten genau beobachteten Thermometer zeigen, wie langſam die Sonnenwärme ſelbſt auf die geringe Tiefe von einigen Fußen eindringt. Dazu iſt der thermiſche Zuſtand der Meeresfläche, welche ²/₃ des Planeten bedeckt, ſolchen Erklärungen wenig günſtig: wenn von unmittelbarer Einwirkung die Rede iſt, nicht von Induction aus der Luft- und Dunſthülle des Planeten.

Auf alle Fragen nach den letzten phyſiſchen Urſachen ſo complicirter Erſcheinungen iſt in dem jetzigen Zuſtande

unſers Wiſſens bisher keine befriedigende Antwort zu geben. Nur was in den dreifachen Manifeſtationen der Erdkraft ſich als meßbare Verhältniſſe des Raums und der Zeit, als das Geſetzmäßige im Veränderlichen darbietet, hat durch Beſtimmung numeriſcher Mittelwerthe neuerdings die glänzendſten Fortſchritte gemacht. Von Toronto in Ober-Canada an bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung und zu Van Diemens Land, von Paris bis Peking iſt die Erde ſeit dem Jahre 1828 mit magnetiſchen Warten[35] bedeckt worden, in denen ununterbrochen durch gleichzeitige Beobachtungen jede regelmäßige oder unregelmäßige Regung der Erdkraft erſpähet wird. Man mißt eine Abnahme von $^{1}/_{40000}$ der magnetiſchen Intenſität, man beobachtet zu gewiſſen Epochen 24 Stunden lang alle $2^{1}/_{2}$ Minuten. Ein großer engliſcher Aſtronom und Phyſiker hat berechnet[36], daß die Maſſe der Beobachtungen, welche zu discutiren ſind, in drei Jahren auf 1958000 anwachſen wird. Nie iſt eine ſo großartige, ſo erfreuliche Anſtrengung gezeigt worden, um das Quantitative der Geſetze in einer Naturerſcheinung zu ergründen. Man darf daher wohl mit Recht hoffen, daß dieſe Geſetze, mit denen verglichen, welche im Luftkreiſe und in noch ferneren Räumen walten, uns allmälig dem Genetiſchen der magnetiſchen Erſcheinungen ſelbſt näher führen werden. Bis jetzt können wir uns nur rühmen, daß eine größere Zahl möglicher, zur Erklärung führender Wege eröffnet worden ſind. In der phyſiſchen Lehre vom Erd-Magnetismus, welche mit der rein mathematiſchen nicht verwechſelt werden darf, finden ſich, wie in der Lehre von den meteorologiſchen Proceſſen des Luftkreiſes, diejenigen vollkommen befriedigt, die in

den Erſcheinungen bequem alles Factiſche wegläugnen, was ſie nicht nach ihren Anſichten erklären können.

Der telluriſche Magnetismus, die electro-dynamiſchen, von dem geiſtreichen Ampère[37] gemeſſenen Kräfte, ſtehen gleichzeitig in innigem Verkehr mit dem Erd- oder Polar-Lichte, wie mit der inneren und äußeren Wärme des Planeten, deſſen Magnet-Pole als Kälte-Pole[38] betrachtet werden. Wenn Halley[39] vor 128 Jahren nur als eine gewagte Vermuthung ausſprach, daß das Nordlicht eine magnetiſche Erſcheinung ſei, ſo hat Faraday's glänzende Entdeckung (Lichtentwickelung durch magnetiſche Kräfte) jene Vermuthung zu einer empiriſchen Gewißheit erhoben. Es giebt Vorboten des Nordlichtes. Bereits am Morgen vor der nächtlichen Lichterſcheinung verkündigt gewöhnlich der unregelmäßige ſtündliche Gang der Magnetnadel eine Störung des Gleichgewichts in der Vertheilung des Erd-Magnetismus. Wenn dieſe Störung eine große Stärke erreicht, ſo wird das Gleichgewicht der Vertheilung durch eine von Lichtentwickelung begleitete Entladung wiederhergeſtellt. „Das Nordlicht[40] ſelbſt iſt dann nicht als eine äußere Urſache der Störung anzuſehen, ſondern vielmehr als eine bis zum leuchtenden Phänomen geſteigerte telluriſche Thätigkeit: deren eine Seite jenes Leuchten, die andere die Schwingungen der Nadel ſind." Die prachtvolle Erſcheinung des farbigen Polarlichtes iſt der Act der Entladung, das Ende eines magnetiſchen Ungewitters: wie in dem electriſchen Ungewitter ebenfalls eine Lichtentwickelung, der Blitz, die Wiederherſtellung des geſtörten Gleichgewichts in der Vertheilung der Electricität bezeichnet. Das electriſche Ungewitter iſt gewöhnlich auf

einen kleinen Raum eingeſchränkt, und außerhalb deſſelben bleibt der Zuſtand der Luft=Electricität ungeändert. Das magnetiſche Ungewitter dagegen offenbart ſeine Wirkung auf den Gang der Nadel über große Theile der Continente; wie Arago zuerſt entdeckt hat, fern von dem Orte, wo die Lichtentwickelung ſichtbar wird. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß, wie bei ſchwer geladenem, drohendem Gewölke und bei oftmaligem Uebergehen der Luft=Electricität in einen entgegengeſetzten Zuſtand es doch nicht immer zur Entladung in Blitzen kommt: ſo auch magnetiſche Ungewitter große Störungen des ſtündlichen Ganges der Nadel in weitem Umkreiſe hervorrufen können, ohne daß das Gleichgewicht der Vertheilung nothwendig durch Exploſion, durch leuchtendes Ueberſtrömen von einem Pol zum Aequator oder gar von Pol zu Pol erneuert werden müſſe.

Wenn man alle Einzelheiten der Erſcheinung in ein Bild zuſammenfaſſen will, ſo ſind die Entſtehung und der Verlauf eines ſich ganz ausbildenden Nordlichtes alſo zu bezeichnen: Tief am Horizont, ungefähr in der Gegend, wo dieſer vom magnetiſchen Meridian durchſchnitten wird, ſchwärzt ſich der vorher heitere Himmel. Es bildet ſich wie eine dicke Nebelwand, die allmälig aufſteigt und eine Höhe von 8 bis 10 Graden erreicht. Die Farbe des dunklen Segments geht ins Braune oder Violette über. Sterne ſind ſichtbar in dieſer, wie durch einen dichten Rauch verfinſterten Himmelsgegend. Ein breiter, aber hellleuchtender Lichtbogen, erſt weiß, dann gelb, begrenzt das dunkle Segment; da aber der glänzende Bogen ſpäter entſteht als das rauchgraue Segment, ſo kann man nach Argelander letzteres nicht [11] einem bloßen Contraſte mit dem helleren Lichtſaume

zuſchreiben. Der höchſte Punkt des Lichtbogens iſt, wo er genau gemeſſen [42] worden iſt, gewöhnlich nicht ganz im magnetiſchen Meridian, ſondern 5°—18° abweichend nach der Seite, wohin die Magnet-Declination des Orts ſich richtet. Im hohen Norden, dem Magnetpole ſehr nahe, erſcheint das rauchähnliche Kugelſegment weniger dunkel, bisweilen gar nicht. Dort auch, wo die Horizontal-Kraft am ſchwächſten iſt, ſieht man die Mitte des Lichtbogens von dem magnetiſchen Meridian am weiteſten entfernt.

Der Lichtbogen, in ſtetem Aufwallen und formveränderndem Schwanken, bleibt bisweilen ſtundenlang ſtehen, ehe Strahlen und Strahlenbündel aus demſelben hervorſchießen und bis zum Zenith hinaufſteigen. Je intenſiver die Entladungen des Nordlichts ſind, deſto lebhafter ſpielen die Farben vom Violetten und bläulich Weißen durch alle Abſtufungen bis in das Grüne und Purpurrothe. Auch bei der gewöhnlichen, durch Reibung erregten Electricität iſt der Funke erſt dann gefärbt, wenn nach großer Spannung die Exploſion ſehr heftig iſt. Die magnetiſchen Feuerſäulen ſteigen bald aus dem Lichtbogen allein hervor, ſelbſt mit ſchwarzen, einem dicken Rauche ähnlichen Strahlen gemengt; bald erheben ſie ſich gleichzeitig an vielen entgegengeſetzten Punkten des Horizontes und vereinigen ſich in ein zuckendes Flammenmeer, deſſen Pracht keine Schilderung erreichen kann, da es in jedem Augenblick ſeinen leuchtenden Wellen andere und andere Geſtaltungen giebt. Die Intenſität dieſes Lichts iſt zu Zeiten ſo groß, daß Lowenörn (29 Januar 1786) bei hellem Sonnenſcheine Schwingungen des Polarlichtes erkannte. Die Bewegung vermehrt die Sichtbarkeit der Erſcheinung. Um den Punkt des

Himmelsgewölbes, welcher der Richtung der Neigungs-Nadel entſpricht, ſchaaren ſich endlich die Strahlen zuſammen und bilden die ſogenannte Krone des Nordlichts. Sie umgiebt wie den Gipfel eines Himmelszeltes mit einem milderen Glanze und ohne Wallung im ausſtrömenden Lichte. Nur in ſeltenen Fällen gelangt die Erſcheinung bis zur vollſtändigen Bildung der Krone; mit derſelben hat ſie aber ſtets ihr Ende erreicht. Die Strahlungen werden nun ſeltener, kürzer und farbenloſer. Die Krone und alle Lichtbögen brechen auf. Bald ſieht man am ganzen Himmelsgewölbe unregelmäßig zerſtreut nur breite, blaſſe, faſt aſchgrau leuchtende, unbewegliche Flecke; auch ſie verſchwinden früher als die Spur des dunklen randartigen Segments, das noch tief am Horizonte ſteht. Es bleibt oft zuletzt von dem ganzen Schauſpiel nur ein weißes, zartes Gewölk übrig, an den Rändern gefiedert oder in kleine rundliche Häufchen (als cirro-cumulus) mit gleichen Abſtänden getheilt.

Dieſer Zuſammenhang des Polarlichtes mit den feinſten Cirrus-Wölkchen verdient eine beſondere Aufmerkſamkeit, weil er uns die electro-magnetiſche Lichtentwickelung als Theil eines meteorologiſchen Proceſſes zeigt. Der telluriſche Magnetismus offenbart ſich hier in ſeiner Wirkung auf den Dunſtkreis, auf die Condenſation der Waſſerdämpfe. Was Thienemann, welcher die ſogenannten Schäfchen für das Subſtrat des Nordlichts hält, in Island geſehen, iſt in neueren Zeiten von Franklin und Richardſon nahe am amerikaniſchen Nordpole, vom Admiral Wrangel an den ſibiriſchen Küſten des Eismeeres beſtätigt worden. Alle bemerkten, „daß das Nordlicht die lebhafteſten Strahlen

dann ſchoß, wenn in der hohen Luftregion Maſſen des Cirro-Stratus ſchwebten, und wenn dieſe ſo dünn waren, daß ihre Gegenwart nur durch die Entſtehung eines Hofes um den Mond erkannt werden konnte." Die Wolken ordneten ſich bisweilen ſchon bei Tage auf eine ähnliche Art als die Strahlen des Nordlichts, und beunruhigten dann wie dieſe die Magnetnadel. Nach einem großen nächtlichen Nordlichte erkannte man früh am Morgen dieſelben an einander gereihten Wolkenſtreifen, welche vorher leuchtend geweſen waren [13]. Die ſcheinbar convergirenden Polar-Zonen (Wolkenſtreifen in der Richtung des magnetiſchen Meridians), welche mich auf meinen Reiſen auf der Hochebene von Mexico wie im nördlichen Aſien anhaltend beſchäftigt haben, gehören wahrſcheinlich zu derſelben Gruppe der Tages-Erſcheinungen [14].

Südlichter ſind oft von dem ſcharfſinnigen und fleißigen Beobachter Dalton in England, Nordlichter in der ſüdlichen Hemiſphäre bis 45° Breite (14 Januar 1831) geſehen worden. In nicht ſehr ſeltenen Fällen iſt das Gleichgewicht an beiden Polen gleichzeitig geſtört. Ich habe beſtimmt ergründet, daß bis in die Tropenregion, ſelbſt in Mexico und Peru, Nord-Polarlichter geſehen worden ſind. Man muß unterſcheiden zwiſchen der Sphäre gleichzeitiger Sichtbarkeit der Erſcheinung und der Erdzone, in welcher die Erſcheinung faſt jede Nacht geſehen wird. Jeder Beobachter ſieht gewiß, wie ſeinen eigenen Regenbogen, ſo auch ſein eigenes Polarlicht. Ein großer Theil der Erde erzeugt zugleich das ausſtrömende Lichtphänomen. Man kann viele Nächte angeben, in denen es in England und in Pennſylvanien, in Rom und in Peking gleichzeitig beobachtet

wurde. Wenn man behauptet, daß die Polarlichter mit der abnehmenden Breite abnehmen, ſo muß man die Breite als eine magnetiſche, durch den Abſtand vom Magnetpole gemeſſene betrachten. In Island, in Grönland, in Terre Neuve, an den Ufern des Sklavenſees oder zu Fort Enterpriſe in Nord-Canada entzünden ſie ſich zu gewiſſen Jahreszeiten faſt jede Nacht und feiern, wie die Einwohner der Shetland-Inſeln [45] es nennen, in zuckenden Strahlen den „luſtigen Himmelstanz“. Während in Italien das Nordlicht eine große Seltenheit iſt, ſieht man es wegen der ſüdlichen Lage des amerikaniſchen Magnetpols überaus häufig in der Breite von Philadelphia (39° 57′). Aber auch in den Gegenden, welche in dem Neuen Continent und an den ſibiriſchen Küſten ſich durch große Frequenz des Phänomens auszeichnen, giebt es ſo zu ſagen beſondere Nordlichtſtriche: Längenzonen, in denen das Polarlicht vorzüglich [46] glänzend und prachtvoll iſt. Oertliche Einflüſſe ſind alſo nicht zu verkennen. Wrangel ſah den Glanz abnehmen, ſo wie er ſich um Niſhne-Kolymſk vom Littoral des Eismeers entfernte. Die auf der Nordpol-Expedition geſammelten Erfahrungen ſcheinen zu beweiſen, daß ganz nahe um den Magnetpol die Licht-Entbindung auf das wenigſte um nichts ſtärker und häufiger als in einiger Entfernung davon iſt.

Was wir von der Höhe des Polarlichts wiſſen, gründet ſich auf Meſſungen, die ihrer Natur nach wegen der beſtändigen Oſcillation der Lichterſcheinung und daraus entſtehender Unſicherheit des parallactiſchen Winkels nicht viel Vertrauen einflößen können. Die erlangten Reſultate ſchwanken, um nicht veralteter Angaben zu erwähnen,

zwiſchen einigen Meilen und einer Höhe von drei- bis viertauſend Fuß [47]. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß das Nordlicht zu verſchiedenen Zeiten eine ſehr verſchiedene Entfernung habe. Die neueſten Beobachter ſind geneigt das Phänomen nicht an die Grenze der Atmoſphäre, ſondern in die Wolkenregion ſelbſt zu verſetzen; ſie glauben ſogar, daß die Nordlichtſtrahlen durch Winde und Luftſtrömungen bewegt werden können: wenn wirklich das Lichtphänomen, durch welches uns allein das Daſein einer electro-magnetiſchen Strömung bemerkbar wird, an materielle Gruppen beweglicher Dunſtbläschen gebunden iſt oder, beſſer zu ſagen, dieſelben durchdringt, von einem Bläschen zum anderen überſpringend. Franklin hat am Bärenſee ein ſtrahlendes Nordlicht geſehen, von dem er glaubte, daß es die untere Seite der Wolkenſchicht erleuchtete: während daß nur 4½ geogr. Meile davon Kendal, welcher die ganze Nacht über die Wache hatte und das Himmelsgewölbe keinen Augenblick aus den Augen verlor, gar keine Lichterſcheinung bemerkte. Das neuerdings mehrfach behauptete Niederſchießen von Nordlichtſtrahlen nahe zur Erde, zwiſchen dem Beobachter und einem nahen Hügel, bietet, wie beim Blitze und bei dem Fall von Feuerkugeln, eine vielfache Gefahr optiſcher Täuſchung dar.

Ob das magnetiſche Gewitter, von dem wir ſo eben ein merkwürdiges Beiſpiel großer örtlicher Beſchränktheit angegeben, mit dem electriſchen Gewitter außer dem Lichte auch das Geräuſch gemein habe, iſt überaus zweifelhaft geworden, da man nicht mehr unbedingt den Erzählungen der Grönlandfahrer und ſibiriſchen Fuchsjäger traut. Die Nordlichter ſind ſchweigſamer geworden, ſeitdem man

ſie genauer zu beobachten und zu belauſchen verſteht. Parry, Franklin und Richardſon am Nordpol, Thienemann in Island, Gieſeke in Grönland, Lottin und Bravais am Nordcap, Wrangel und Anjou an der Küſte des Eismeeres haben zuſammen an tauſend Nordlichter geſehen, und nie irgend ein Geräuſch vernommen. Will man dieſe negativen Zeugniſſe gegen zwei poſitive von Hearne an der Mündung des Kupferfluſſes und von Henderſon in Island nicht gelten laſſen, ſo muß man in Erinnerung bringen, daß Hood daſſelbe Geräuſch wie von ſchnell bewegten Flintenkugeln und von leiſem Krachen zwar während eines Nordlichts, aber dann auch am folgenden Tage ohne alles Nordlicht vernahm; man muß nicht vergeſſen, wie Wrangel und Gieſeke zur feſten Ueberzeugung gelangten, daß das gehörte Geräuſch dem Zuſammenziehen des Eiſes und der Schneekruſte, bei einer plötzlichen Erkaltung des Luftkreiſes, zuzuſchreiben ſei. Der Glaube an ein kniſterndes Geräuſch iſt nicht in dem Volke, ſondern bei gelehrten Reiſenden wohl deshalb entſtanden, weil man ſchon in früher Zeit, wegen des Leuchtens der Electricität in luftverdünnten Räumen, das Nordlicht für eine Wirkung atmoſphäriſcher Electricität erklärte: und hörte, was man zu hören wünſchte. Neue mit ſehr empfindlichen Electrometern angeſtellte Verſuche haben gegen alle Erwartung bisher nur negative Reſultate gegeben. Der Zuſtand der Luft-Electricität ward während der ſtärkſten Nordlichter nicht verändert gefunden.

Dagegen werden alle drei Kraftäußerungen des telluriſchen Magnetismus: Abweichung, Inclination und Intenſität, zugleich von dem Polarlichte verändert. In einer

und derſelben Nacht wirkt daſſelbe auf das eine Ende der Nadel bald anziehend, bald abſtoßend: in verſchiedenen Stunden ſeiner Entwickelung. Die Behauptung, daß nach den von Parry in der Nähe des Magnetpols auf Mellville's Inſel geſammelten Thatſachen die Nordlichter die Magnetnadel nicht afficirten, ſondern vielmehr als eine „beruhigende" Potenz wirkten; iſt durch die genauere Unterſuchung [48] von Parry's eigenem Reiſejournale und durch die ſchönen Beobachtungen von Richardſon, Hood und Franklin in Nord-Canada, wie zuletzt von Bravais und Lottin in Lapland hinlänglich widerlegt worden. Der Proceß des Nordlichts iſt, wie wir ſchon oben bemerkt, der Act der Wiederherſtellung eines geſtörten Gleichgewichts. Die Wirkung auf die Nadel iſt nach dem Maaß der Stärke in der Exploſion verſchieden. Sie war in der nächtlichen Winterſtation zu Boſekop nur dann unmerklich, wenn die Lichterſcheinung ſich ſehr ſchwach und tief am Horizont zeigte. Die aufſchießenden Strahlen-Cylinder hat man ſcharfſinnig mit der Flamme verglichen, welche in dem geſchloſſenen Kreiſe der Volta'ſchen Säule zwiſchen zwei weit von einander entfernten Kohlenſpitzen, oder nach Fizeau zwiſchen einer Silber- und einer Kohlenſpitze entſteht, und die von dem Magnete angezogen oder abgeſtoßen wird. Dieſe Analogie macht wenigſtens die Annahme metalliſcher Dämpfe im Dunſtkreiſe entbehrlich, welche berühmte Phyſiker als Subſtrat des Nordlichts betrachten.

Wenn das leuchtende Phänomen, das wir einem galvaniſchen Strome, d. h. einer Bewegung der Electricität in einem in ſich ſelbſt zurückkehrenden Kreislaufe, zuſchreiben, durch den unbeſtimmten Namen des Polarlichts

bezeichnet wird; ſo iſt damit nur die örtliche Richtung angegeben, in welcher am häufigſten, keineswegs immer, der Anfang der Lichtentwickelung geſehen wird. Was dieſem Naturphänomen ſeine größere Wichtigkeit giebt, iſt die Thatſache: daß die Erde leuchtend wird; daß ein Planet, außer dem Lichte, welches er von dem Centralkörper, der Sonne, empfängt, ſich eines eigenen Lichtproceſſes fähig zeigt. Die Intenſität des Erdlichts, oder vielmehr die Erhellung, welche daſſelbe verbreiten kann, übertrifft bei dem höchſten Glanze farbiger und nach dem Zenith aufſteigender Strahlung um ein weniges das Licht des erſten Mondviertels. Bisweilen (7 Januar 1831) hat man ohne Anſtrengung Gedrucktes leſen können. Dieſer, in den Polargegenden faſt ununterbrochene Lichtproceß der Erde leitet uns durch Analogien auf die denkwürdige Erſcheinung, welche die Venus darbietet. Der von der Sonne nicht erleuchtete Theil dieſes Planeten leuchtet bisweilen mit einem eigenen phosphoriſchen Scheine. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß der Mond, Jupiter und die Cometen außer dem, durch Polariſcope erkennbaren, reflectirten Sonnenlichte auch von ihnen ſelbſt hervorgebrachtes Licht ausſtrahlen. Ohne der problematiſchen, aber ſehr gewöhnlichen Art des Wetterleuchtens zu erwähnen, in der ein ganzes, tiefſtehendes Gewölk viele Minuten lang ununterbrochen flimmernd leuchtet: finden wir in unſerm Dunſtkreiſe ſelbſt noch andere Beiſpiele irdiſcher Lichterzeugung. Dahin gehören der berühmte bei Nacht leuchtende trockene Nebel der Jahre 1783 und 1831; der ſtille, von Rozier und Beccaria beobachtete Lichtproceß großer Wolken, ohne alles Flimmern; ja, wie Arago [49] ſcharfſinnig bemerkt, das ſchwache

diffuſe Licht, welches in tief bewölkten, mond- und ſternloſen Herbſt- und Winternächten, ohne Schnee, unter freiem Himmel unſere Schritte leitet. Wie im Polarlichte, im electro-magnetiſchen Ungewitter, in hohen Breiten die Fluth des bewegten, oft farbigen Lichtes den Luftkreis durchſtrömt: ſo ſind in der heißen Zone der Tropen viele tauſend Quadratmeilen des Oceans gleichzeitig lichterzeugend. Hier gehört der Zauber des Lichtes den organiſchen Kräften der Natur an. Lichtſchäumend kräuſelt ſich die überſchlagende Welle, Funken ſprühet die weite Fläche, und jeder Funke iſt die Lebensregung einer unſichtbaren Thierwelt. So mannigfaltig iſt der Urquell des irdiſchen Lichtes. Soll man es ſich gar noch verborgen, unentfeſſelt, in Dämpfen gebunden denken: zur Erklärung der Moſer'ſchen Bilder aus der Ferne? einer Entdeckung, in welcher uns die Wirklichkeit bisher wie ein geheimnißſchweres Traumbild erſcheint.

So wie die innere Wärme unſers Planeten auf der einen Seite mit der Erregung electro-magnetiſcher Strömungen und dem Lichtproceß der Erde (einer Folge des Ausbruchs eines magnetiſchen Ungewitters) zuſammenhängt, ſo offenbart ſie ſich auch auf der andern Seite als eine Hauptquelle geognoſtiſcher Phänomene. Wir betrachten dieſe in ihrer Verkettung und in ihrem Uebergange von einer bloß dynamiſchen Erſchütterung und von der Hebung ganzer Continente und Gebirgsmaſſen zu der Erzeugung und zum Erguß von gasförmigen und tropfbaren Flüſſigkeiten, von heißem Schlamme, von glühenden und geſchmolzenen Erden, die ſich als kryſtalliniſche Gebirgsarten erhärten. Es iſt ein

nicht geringer Fortſchritt der neueren Geognoſie (des mineralogiſchen Theils der Phyſik der Erde), die hier bezeichnete Verkettung der Erſcheinungen ergründet zu haben. Die Einſicht derſelben leitet von den ſpielenden Hypotheſen ab, durch welche man vormals jede Kraftäußerung des alten Erdballs einzeln zu erklären ſuchte: ſie zeigt die Verbindung von dem Hervortreten verſchiedenartiger Stoffe mit dem, was nur der räumlichen Veränderung (Erſchütterung oder Hebung) angehört; ſie reiht Gruppen von Erſcheinungen, welche auf den erſten Anblick ſich als ſehr heterogen darbieten: Thermalquellen, Ausſtrömungen von Kohlenſäure und Schwefeldämpfen, harmloſe Salſen (Schlamm-Ausbrüche) und die furchtbaren Verheerungen feuerſpeiender Berge, an einander. In einem großen Naturbilde ſchmilzt dies alles in den einigen Begriff der Reaction des Inneren eines Planeten gegen ſeine Rinde und Oberfläche zuſammen. So erkennen wir in den Tiefen der Erde, in ihrer mit dem Abſtand von der Oberfläche zunehmenden Temperatur gleichzeitig die Keime erſchütternder Bewegung, allmäliger Hebung ganzer Continente (wie der Bergketten auf langen Spalten), vulkaniſcher Ausbrüche und mannigfaltiger Erzeugung von Mineralien und Gebirgsarten. Aber nicht die unorganiſche Natur allein iſt unter dem Einfluſſe dieſer Reaction des Inneren gegen das Aeußere geblieben. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß in der Urwelt mächtigere Ausſtrömungen von kohlenſaurem Gas, dem Luftkreiſe beigemengt, den kohle-abſcheidenden Proceß des Pflanzenlebens erhöhten, und daß ſo in waldzerſtörenden Revolutionen ein unerſchöpfliches Material von Brennſtoff (Ligniten und

Steinkohlen) in den oberen Erdſchichten vergraben wurde. Auch die Schickſale der Menſchheit erkennen wir als theilweiſe abhängig von der Geſtaltung der äußeren Erdrinde, von der Richtung der Gebirgszüge und Hochländer, von der Gliederung der gehobenen Continente. Dem forſchenden Geiſte iſt es gegeben, in der Kette der Erſcheinungen von Glied zu Glied bis dahin aufzuſteigen, wo bei Erſtarrung des Planeten, bei dem erſten Uebergange der geballten Materie aus der Dunſtform, ſich die innere Erdwärme entwickelte, welche nicht der Wirkung der Sonne zugehört.

Um den Cauſalzuſammenhang der geognoſtiſchen Erſcheinungen überſichtlich zu ſchildern, beginnen wir mit denen, deren Hauptcharakter dynamiſch iſt, in Bewegung und räumlicher Veränderung beſteht. *Erdbeben, Erderſchütterungen* zeichnen ſich aus durch ſchnell auf einander folgende ſenkrechte, oder horizontale, oder rotatoriſche Schwingungen. Bei der nicht unbeträchtlichen Zahl derſelben, die ich in beiden Welttheilen, auf dem feſten Lande und zur See erlebt, haben die zwei erſten Arten der Bewegung mir ſehr oft gleichzeitig geſchienen. Die minenartige Exploſion, ſenkrechte Wirkung von unten nach oben, hat ſich am auffallendſten bei dem Umſturze der Stadt Riobamba (1797) gezeigt, wo viele Leichname der Einwohner auf den mehrere hundert Fuß hohen Hügel la Cullca, jenſeits des Flüßchens von Lican, geſchleudert wurden. Die Fortpflanzung geſchieht meiſt in linearer Richtung wellenförmig, mit einer Geſchwindigkeit von 5 bis 7 geographiſchen Meilen in der Minute; theils in Erſchütterungskreiſen oder großen Ellipſen, in denen wie aus einem

Centrum die Schwingungen ſich mit abnehmender Stärke gegen den Umfang fortpflanzen. Es giebt Gegenden, die zu zwei ſich ſchneidenden Erſchütterungskreiſen gehören. Im nördlichen Aſien, in welchem der Vater der Geſchichte [50], wie ſpäter Theophylactus Simocatta [51], die ſcythiſchen Länder frei von Erdbeben nannte, habe ich den ſüdlichen metallreichen Theil des Altai-Gebirges unter dem zwiefachen Einfluſſe der Erſchütterungsheerde vom Baikal-See und von den Vulkanen des Himmelsgebirges (Thian-ſchan) gefunden [52]. Wenn die Erſchütterungskreiſe ſich durchſchneiden, wenn z. B. eine Hochebene zwiſchen zwei gleichzeitig in Ausbruch begriffenen Vulkanen liegt, ſo können mehrere Wellenſyſteme gleichzeitig exiſtiren und, wie in den Flüſſigkeiten, ſich gegenſeitig nicht ſtören. Selbſt Interferenz kann hier, wie bei den ſich durchkreuzenden Schallwellen, gedacht werden. Die Größe der fortgepflanzten Erſchütterungswellen wird an der Oberfläche der Erde nach dem allgemeinen Geſetze der Mechanik vermehrt, nach welchem bei der Mittheilung der Bewegung in elaſtiſchen Körpern die letzte, auf einer Seite frei liegende Schicht ſich zu trennen ſtrebt.

Die Erſchütterungswellen werden durch Pendel und Sismometer-Becken ziemlich genau in ihrer Richtung und totalen Stärke, keineswegs aber in der inneren Natur ihrer Alternanz und periodiſchen Intumeſcenz unterſucht. In der Stadt Quito, die am Fuß eines noch thätigen Vulkans (des Rucu-Pichincha) 8950 Fuß über der Meeresfläche liegt, und ſchöne Kuppeln, hohe Kirchengewölbe und maſſive Häuſer von mehreren Stockwerken aufzuweiſen hat; bin ich oft über die Heftigkeit nächtlicher Erdſtöße in Verwunderung gerathen, welche ſo ſelten Riſſe

in dem Gemäuer verurſachen, während in den peruaniſchen Ebnen viel ſchwächer ſcheinende Oſcillationen niedrigen Rohrhäuſern ſchaden. Eingeborne, die viele hundert Erdbeben erlebt haben, glauben, daß der Unterſchied weniger in der Länge oder Kürze der Wellen, in der Langſamkeit oder Schnelligkeit[53] der horizontalen Schwingung, als in der Gleichmäßigkeit der Bewegung in entgegengeſetzter Richtung liege. Die kreiſenden (rotatoriſchen) Erſchütterungen ſind die ſeltenſten, aber am meiſten gefahrbringend. Umwenden von Gemäuer ohne Umſturz, Krümmung von vorher parallelen Baumpflanzungen, Verdrehung von Aeckern, die mit verſchiedenen Getreidearten bedeckt waren: ſind bei dem großen Erdbeben von Riobamba, in der Provinz Quito (4 Februar 1797), wie bei dem von Calabrien (5 Februar — 28 März 1783) beobachtet worden. Mit dem letzteren Phänomen des Verdrehens oder Verſchiebens der Aecker und Culturſtücke, von welchen gleichſam eines den Platz des andern angenommen, hängt eine translatoriſche Bewegung oder Durchdringung einzelner Erdſchichten zuſammen. Als ich den Plan der zerſtörten Stadt Riobamba aufnahm, zeigte man mir die Stelle, wo das ganze Hausgeräth einer Wohnung unter den Ruinen einer andern gefunden worden war. Das lockere Erdreich hatte ſich wie eine Flüſſigkeit in Strömen bewegt: von denen man annehmen muß, daß ſie erſt niederwärts, dann horizontal und zuletzt wieder aufwärts gerichtet waren. Streitigkeiten über das Eigenthum ſolcher viele hundert Toiſen weit fortgeführten Gegenſtände ſind von der Audiencia (dem Gerichtshofe) geſchlichtet worden.

In Ländern, wo die Erdſtöße vergleichungsweiſe ſeltener

ſind (z. B. im ſüdlichen Europa), hat ſich nach einer unvollſtändigen Induction[54] der ſehr allgemeine Glaube gebildet, daß Windſtille, drückende Hitze, ein dunſtiger Horizont immer Vorboten der Erſcheinung ſeien. Das Irrthümliche dieſes Volksglaubens iſt aber nicht bloß durch meine eigene Erfahrung widerlegt: es iſt es auch durch das Reſultat der Beobachtungen aller derer, welche viele Jahre in Gegenden gelebt haben, wo: wie in Cumana, Quito, Peru und Chili, der Boden häufig und gewaltſam erbebt. Ich habe Erdſtöße gefühlt bei heiterer Luft und friſchem Oſtwinde, wie bei Regen und Donnerwetter. Auch die Regelmäßigkeit der ſtündlichen Veränderungen in der Abweichung der Magnetnadel und im Luftdrucke[55] blieb zwiſchen den Wendekreiſen an dem Tage der Erdſtöße ungeſtört. Damit ſtimmen die Beobachtungen überein, welche Adolph Erman in der gemäßigten Zone bei einem Erdbeben in Irkutſk nahe am Baikal-See (8 März 1829) anſtellte. Durch den ſtarken Erdſtoß von Cumana (4 November 1799) fand ich zwar Abweichung und Intenſität der magnetiſchen Kraft gleich unverändert, aber die Neigung der Nadel war zu meinem Erſtaunen um 48′ gemindert[56]. Es blieb mir kein Verdacht eines Irrthums; und doch bei ſo vielen anderen Erdſtößen, die ich auf dem Hochlande von Quito und in Lima erlebte, war neben den anderen Elementen des telluriſchen Magnetismus auch die Neigung ſtets unverändert. Wenn im allgemeinen, was tief in dem Erdkörper vorgeht, durch keinen meteorologiſchen Proceß, durch keinen beſonderen Anblick des Himmelsgewölbes vorherverkündigt wird; ſo iſt es dagegen, wie wir bald ſehen werden, nicht unwahrſcheinlich,

daß in gewiſſen ſehr heftigen Erderſchütterungen der Atmoſphäre etwas mitgetheilt werde, und daß daher dieſe nicht immer rein dynamiſch wirken. Während des langen Erzitterns des Bodens in den piemonteſiſchen Thälern von Pelis und Cluſſon wurden bei gewitterloſem Himmel die größten Veränderungen in der electriſchen Spannung des Luftkreiſes bemerkt.

Die Stärke des dumpfen Getöſes, welches das Erdbeben größtentheils begleitet, wächſt keineswegs in gleichem Maaße als die Stärke der Oſcillationen. Ich habe genau ergründet, daß der große Stoß im Erdbeben von Riobamba (4 Februar 1797) — einem der furchtbarſten Phänomene der phyſiſchen Geſchichte unſeres Erdkörpers — von gar keinem Getöſe begleitet war. Das ungeheure Getöſe (el gran ruido), welches unter dem Boden der Städte Quito und Ibarra, nicht aber dem Centrum der Bewegung näher in Tacunga und Hambato, vernommen wurde, entſtand 18—20 Minuten nach der eigentlichen Cataſtrophe. Bei dem berühmten Erdbeben von Lima und Callao (28 October 1746) hörte man das Getöſe wie einen unterirdiſchen Donnerſchlag in Truxillo auch erſt ¼ Stunde ſpäter und ohne Erzittern des Bodens. Eben ſo wurden lange nach dem großen von Bouſſingault beſchriebenen Erdbeben von Neu-Granada (16 November 1827) im ganzen Cauca-Thale, ohne alle Bewegung, von 30 zu 30 Secunden mit großer Regelmäßigkeit unterirdiſche Detonationen gehört. Auch die Natur des Getöſes iſt ſehr verſchieden: rollend, raſſelnd, klirrend wie bewegte Ketten, ja in der Stadt Quito bisweilen abgeſetzt wie ein naher Donner; oder hell klingend, als würden Obſidian- oder andre verglaſte Maſſen in

unterirdiſchen Höhlungen zerſchlagen. Da feſte Körper vortreffliche Leiter des Schalles ſind, dieſer z. B. in gebranntem Thon 10- bis 12mal ſchneller ſich fortpflanzt als in der Luft, ſo kann das unterirdiſche Getöſe in großer Ferne von dem Orte vernommen werden, wo es verurſacht wird. In Caracas, in den Grasfluren von Calabozo und an den Ufern des Rio Apure, welcher in den Orinoco fällt: in einer Landſtrecke von 2300 Quadratmeilen, hörte man überall am 30 April 1812, ohne alles Erdbeben, ein ungeheures donnerartiges Getöſe, als 158 Meilen davon, in Nordoſten, der Vulkan von St. Vincent in den Kleinen Antillen aus ſeinem Krater einen mächtigen Lavaſtrom ergoß. Es war alſo der Entfernung nach, als wenn man einen Ausbruch des Veſuvs im nördlichen Frankreich vernähme. Im Jahr 1744, bei dem großen Ausbruch des Vulkans Cotopaxi, hörte man in Honda am Magdalenenſtrome unterirdiſchen Kanonendonner. Der Krater des Cotopaxi liegt aber nicht bloß 17000 Fuß höher als Honda: beide Punkte ſind auch durch die coloſſalen Gebirgsmaſſen von Quito, Paſto und Popayan, wie durch zahlloſe Thäler und Klüfte, in 109 Meilen Entfernung getrennt. Der Schall ward beſtimmt nicht durch die Luft, ſondern durch die Erde aus großer Tiefe fortgepflanzt. Bei dem heftigen Erdbeben von Neu-Granada (Februar 1835) hörte man unterirdiſchen Donner gleichzeitig in Popayan, Bogota, Santa Marta und Caracas (hier 7 Stunden lang ohne alle Erſchütterung); in Haiti, Jamaica und um den See von Nicaragua.

Dieſe Schall-Phänomene, wenn ſie von gar keinen fühlbaren Erſchütterungen (Erdſtößen) begleitet ſind, laſſen

einen beſonders tiefen Eindruck ſelbſt bei denen, die ſchon lange einen oft erbebenden Boden bewohnt haben. Man harrt mit Bangigkeit auf das, was nach dem unterirdiſchen Krachen folgen wird. Das auffallendſte, mit nichts vergleichbare Beiſpiel von ununterbrochenem unterirdiſchem Getöſe, ohne alle Spur von Erdbeben, bietet die Erſcheinung dar, welche auf dem mexicaniſchen Hochlande unter dem Namen des Gebrülles und unterirdiſchen Donners (bramidos y truenos subterraneos) von Guanaxuato [57] bekannt iſt. Dieſe berühmte und reiche Bergſtadt liegt fern von allen thätigen Vulkanen. Das Getöſe dauerte ſeit Mitternacht des 9 Januar 1784 über einen Monat. Ich habe eine umſtändliche Beſchreibung davon geben können, nach der Ausſage vieler Zeugen und nach den Documenten der Municipalität, welche ich benutzen konnte. Es war (vom 13—16 Januar), als lägen unter den Füßen der Einwohner ſchwere Gewitterwolken, in denen langſam rollender Donner mit kurzen Donnerſchlägen abwechſelte. Das Getöſe verzog ſich, wie es gekommen war, mit abnehmender Stärke. Es fand ſich auf einen kleinen Raum beſchränkt: wenige Meilen davon, in einer baſaltreichen Landſtrecke, vernahm man es gar nicht. Faſt alle Einwohner verließen vor Schrecken die Stadt, in der große Maſſen Silberbarren angehäuft waren; die muthigeren, an den unterirdiſchen Donner gewöhnt, kehrten zurück und kämpften mit der Räuberbande, welche ſich der Schätze bemächtigt hatte. Weder an der Oberfläche der Erde noch in den 1500 Fuß tiefen Gruben war irgend ein leiſes Erdbeben bemerkbar. In dem ganzen mexicaniſchen Hochlande iſt nie vorher ein ähnliches Getöſe vernommen worden, auch hat in der

folgenden Zeit die furchtbare Erſcheinung ſich nicht wiederholt. So öffnen und ſchließen ſich Klüfte im Inneren der Erde; die Schallwellen gelangen zu uns oder werden in ihrer Fortpflanzung gehindert.

Die Wirkung eines feuerſpeienden Berges, ſo furchtbar maleriſch auch das Bild iſt, welches ſie den Sinnen darbietet, iſt doch immer auf einen ſehr kleinen Raum eingeſchränkt. Ganz anders iſt es mit den Erdſtößen, die, dem Auge kaum bemerkbar, bisweilen gleichzeitig in tauſend Meilen Entfernung ihre Wellen fortpflanzen. Das große Erdbeben, welches am 1 November 1755 Liſſabon zerſtörte und deſſen Wirkungen der große Weltweiſe Immanuel Kant ſo trefflich nachgeſpürt hat: wurde in den Alpen, an den ſchwediſchen Küſten, auf den antilliſchen Inſeln (Antigua, Barbados und Martinique), in den großen Seen von Canada: wie in Thüringen und in dem nördlichen Flachlande von Deutſchland, in kleinen Binnenwaſſern der baltiſchen Ebenen, empfunden. Ferne Quellen wurden in ihrem Lauf unterbrochen: eine Erſcheinung bei Erdſtößen, auf die im Alterthume ſchon Demetrius der Kallatianer aufmerkſam gemacht hatte. Die Teplizer Thermen verſiegten und kamen, alles überſchwemmend, mit vielem Eiſen-Ocher gefärbt, zurück. In Cadix erhob ſich das Meer zu 60 Fuß Höhe, während in den Kleinen Antillen die, gewöhnlich nur 26 bis 28 Zoll hohe Fluth urplötzlich dintenſchwarz 20 Fuß hoch ſtieg. Man hat berechnet, daß am 1 November 1755 ein Erdraum gleichzeitig erbebte, welcher an Größe viermal die Oberfläche von Europa übertraf. Auch iſt noch keine andere Aeußerung einer Kraft bekannt geworden (die mörderiſchen Erfindungen unſres eignen Geſchlechts mit eingerechnet),

durch welche in dem kurzen Zeitraum von wenigen Secunden oder Minuten eine größere Zahl von Menſchen (ſechzigtauſend in Sicilien 1693, dreißig- bis vierzigtauſend im Erdbeben von Riobamba 1797, vielleicht fünfmal ſo viel in Kleinaſien und Syrien unter Tiber und Juſtin dem Aelteren um die Jahre 19 und 526) getödtet wurden.

Man hat Beiſpiele in der Andeskette von Südamerika, daß die Erde mehrere Tage hinter einander ununterbrochen erbebte; Erſchütterungen aber, die faſt zu jeder Stunde Monate lang gefühlt wurden, kenne ich nur fern von allen Vulkanen: am öſtlichen Abfall der Alpenkette des Mont Cenis bei Feneſtrelles und Pignerol ſeit April 1808, in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwiſchen Neu-Madrid und Little Prairie [58] (nördlich von Cincinnati) im December 1811 wie den ganzen Winter 1812, im Paſchalik von Aleppo in den Monaten Auguſt und September 1822. Da der Volksglaube ſich nie zu allgemeinen Anſichten erheben kann und daher immer große Erſcheinungen localen Erd- und Luft-Proceſſen zuſchreibt, ſo entſteht überall, wo die Erſchütterungen lange dauern, die Beſorgniß vor dem Ausbrechen eines neuen Vulkans. In einzelnen, ſeltenen Fällen hat ſich allerdings dieſe Beſorgniß begründet gezeigt: ſo bei plötzlicher Erhebung vulkaniſcher Eilande; ſo in der Entſtehung des Vulkans von Jorullo (eines neuen Berges von 1580 Fuß Höhe über der alten benachbarten Ebene) am 29 September 1759, nach 90 Tagen Erdbebens und unterirdiſchen Donners.

Wenn man Nachricht von dem täglichen Zuſtande der geſammten Erdoberfläche haben könnte, ſo würde man ſich ſehr wahrſcheinlich davon überzeugen, daß faſt immerdar,

an irgend einem Punkte, dieſe Oberfläche erbebt, daß ſie ununterbrochen der Reaction des Inneren gegen das Aeußere unterworfen iſt. Dieſe Frequenz und Allverbreitung einer Erſcheinung, die wahrſcheinlich durch die erhöhte Temperatur der tiefſten geſchmolzenen Schichten begründet wird, erklärt ihre Unabhängigkeit von der Natur der Gebirgsarten, in denen ſie ſich äußert. Selbſt in den lockerſten Alluvialſchichten von Holland, um Middelburg und Vlieſſingen, ſind (23 Februar 1828) Erdſtöße empfunden worden. Granit und Glimmerſchiefer werden wie Flözkalk und Sandſtein, wie Trachyt und Mandelſtein erſchüttert. Es iſt nicht die chemiſche Natur der Beſtandtheile, ſondern die mechaniſche Structur der Gebirgsarten, welche die Fortpflanzung der Bewegung (die Erſchütterungswelle) modificirt. Wo letztere längs einer Küſte oder an dem Fuß und in der Richtung einer Gebirgskette regelmäßig fortläuft, bemerkt man bisweilen, nnd dies ſeit Jahrhunderten, eine Unterbrechung an gewiſſen Punkten. Die Undulation ſchreitet in der Tiefe fort, wird aber an jenen Punkten an der Oberfläche nie gefühlt. Die Peruaner [59] ſagen von dieſen unbewegten oberen Schichten, „daß ſie eine Brücke bilden". Da die Gebirgsketten auf Spalten erhoben ſcheinen, ſo mögen die Wände dieſer Höhlungen die Richtung der den Ketten parallelen Undulationen begünſtigen; bisweilen durchſchneiden aber auch die Erſchütterungswellen mehrere Ketten faſt ſenkrecht. So ſehen wir ſie in Südamerika die Küſtenkette von Venezuela und die Sierra Parime gleichzeitig durchbrechen. In Aſien haben ſich die Erdſtöße von Lahore und vom Fuß des Himalaya (22 Januar 1832), queer durch die Kette des Hindu-Kho, bis Badak-

ſchan, bis zum Oberen Oxus, ja bis Bokhara fortgepflanzt [60]. Leider erweitern ſich auch die Erſchütterungskreiſe in Folge eines einzigen ſehr heftigen Erdbebens. Erſt ſeit der Zerſtörung von Cumana (14 December 1797) empfindet die, den Kalkhügeln der Feſtung gegenüberliegende Halbinſel Maniquarez in ihren Glimmerſchiefer-Felſen jeden Erdſtoß der ſüdlichen Küſte. Bei den faſt ununterbrochenen Undulationen des Bodens in den Flußthälern des Miſſiſippi, des Arkanſas und des Ohio von 1811 bis 1813 war das Fortſchreiten von Süden nach Norden ſehr auffallend. Es iſt, als würden unterirdiſche Hinderniſſe allmälig überwunden; und auf dem einmal geöffneten Wege pflanzt ſich dann die Wellenbewegung jedesmal fort.

Wenn das Erdbeben dem erſten Anſcheine nach ein bloßes dynamiſches, räumliches Phänomen der Bewegung zu ſein ſcheint; ſo erkennt man doch nach ſehr wahrhaft bezeugten Erfahrungen, daß es nicht bloß ganze Landſtrecken über ihr altes Niveau zu erheben vermag (z. B. Ulla-Bund nach dem Erdbeben von Cutſch im Juni 1819, öſtlich von dem Delta des Indus; oder längs der Küſte von Chili im November 1822): ſondern daß auch während der Erdſtöße heißes Waſſer (bei Catania 1818), heiße Dämpfe (im Miſſiſippi-Thale bei Neu-Madrid 1812), Mofetten (irreſpirable Gasarten), den weidenden Heerden in der Andeskette ſchädlich, Schlamm, ſchwarzer Rauch, und ſelbſt Flammen (bei Meſſina 1783, bei Cumana 14 November 1797) ausgeſtoßen wurden. Während des großen Erdbebens von Liſſabon am 1 November 1755 ſah man nahe bei der Hauptſtadt Flammen und eine Rauchſäule aus einer neugebildeten Spalte des Felſen von Alvidras aufſteigen. Der Rauch

war jedesmal um ſo dicker, als das unterirdiſche Getöſe an Stärke zunahm[61]. Bei der Zerſtörung von Riobamba im Jahr 1797, wo die Erdſtöße von keinem Ausbruch der, ſehr nahen Vulkane begleitet waren, wurde die Moya: eine ſonderbare, mit Kohle, Augit-Kryſtallen und Kieſelpanzern der Infuſionsthiere gemengte Maſſe, in zahlreichen kleinen fortſchreitenden Kegeln aus der Erde hervorgehoben. Der Ausbruch des kohlenſauren Gaſes auf Spalten während des Erdbebens von Neu-Granada (16 November 1827) im Magdalena-Thale verurſachte das Erſticken vieler Schlangen, Ratten und anderer in Höhlen lebender Thiere. Auch plötzliche Veränderungen der Witterung, plötzliches Eintreten der Regenzeit zu einer unter den Tropen ungewöhnlichen Epoche ſind bisweilen in Quito und Peru auf große Erdbeben gefolgt. Werden gasförmige, aus dem Innern der Erde aufſteigende Flüſſigkeiten der Atmoſphäre beigemiſcht? oder ſind dieſe meteorologiſchen Proceſſe die Wirkung einer durch das Erdbeben geſtörten Luft-Electricität? In den Gegenden des tropiſchen Amerika's, wo bisweilen in zehn Monaten kein Tropfen Regen fällt, halten die Eingebornen ſich oft wiederholende Erdſtöße, die den niedrigen Rohrhütten keine Gefahr bringen, für glückliche Vorboten der Fruchtbarkeit und der Regenmenge.

Der innere Zuſammenhang aller hier geſchilderten Erſcheinungen iſt noch in Dunkel gehüllt. Elaſtiſche Flüſſigkeiten ſind es gewiß, die ſowohl das leiſe, ganz unſchädliche, mehrere Tage dauernde Zittern der Erdrinde (wie 1816 zu Scaccia in Sicilien vor der vulkaniſchen Erhebung der neuen Inſel Julia) als die, ſich durch Getöſe verkündigenden, furchtbareren Exploſionen verurſachen. Der Heerd

des Uebels, der Sitz der bewegenden Kraft liegt tief unter der Erdrinde; wie tief: wiſſen wir eben ſo wenig als, welches die chemiſche Natur ſo hochgeſpannter Dämpfe ſei. An zwei Kraterrändern gelagert: am Veſuv und auf dem thurmartigen Fels, welcher den ungeheuren Schlund des Pichincha bei Quito überragt: habe ich periodiſch und ſehr regelmäßig Erdſtöße empfunden, jedesmal 20—30 Secunden früher als brennende Schlacken oder Dämpfe ausgeſtoßen wurden. Die Erſchütterung war um ſo ſtärker, als die Explosionen ſpäter eintraten und alſo die Dämpfe länger angehäuft blieben. In dieſer einfachen, von ſo vielen Reiſenden beſtätigten Erfahrung liegt die allgemeine Löſung des Phänomens. Die thätigen Vulkane ſind als Schutz- und Sicherheits-Ventile für die nächſte Umgegend zu betrachten. Die Gefahr des Erdbebens wächſt, wenn die Oeffnungen der Vulkane verſtopft, ohne freien Verkehr mit der Atmoſphäre ſind; doch lehrt der Umſturz von Liſſabon, Caracas, Lima, Kaſchmir (1554)[62], und ſo vieler Städte von Calabrien, Syrien und Kleinaſien: daß im ganzen doch nicht in der Nähe noch brennender Vulkane die Kraft der Erdſtöße am größten iſt.

Wie die gehemmte Thätigkeit der Vulkane auf die Erſchütterung des Bodens wirkt, ſo reagirt dieſe wiederum auf die vulkaniſchen Erſcheinungen ſelbſt. Eröffnung von Spalten begünſtigt das Aufſteigen der Eruptions-Kegel und die Proceſſe, welche in dieſen Kegeln in freiem Contact mit dem Luftkreiſe vorgehen. Eine Rauchſäule, die man Monate lang in Südamerika aus dem Vulkan von Paſto aufſteigen ſah, verſchwand plötzlich, als 48 Meilen weit in Süden (am 4 Februar 1797) die Provinz Quito

das große Erdbeben von Riobamba erlitt. Nachdem lange in ganz Syrien, in den Cycladen und auf Euböa der Boden erbebt hatte, hörten die Erschütterungen plötzlich auf, als ſich in der lelantiſchen Ebene bei Chalcis ein Strom „glühenden Schlammes" (Lava aus einer Spalte) ergoß[63]. Der geiſtreiche Geograph von Amaſea, der uns dieſe Nachricht aufbewahrt, ſetzt hinzu: „ſeitdem die Mündungen des Aetna geöffnet ſind, durch welche das Feuer emporbläſt, und ſeitdem Glühmaſſen und Waſſer hervorſtürzen können, wird das Land am Meeresſtrande nicht mehr ſo oft erſchüttert als zu der Zeit, wo, vor der Trennung Siciliens von Unteritalien, alle Ausgänge in der Oberfläche verſtopft waren."

In dem Erdbeben offenbart ſich demnach eine vulkaniſch-vermittelnde Macht; aber eine ſolche Macht, allverbreitet wie die innere Wärme des Planeten, und überall ſich ſelbſt verkündend, wird ſelten und dann nur an einzelnen Punkten bis zu wirklichen Ausbruchs-Phänomenen geſteigert. Die Gangbildung, d. h. die Ausfüllung der Spalten mit kryſtalliniſchen, aus dem Inneren hervorquellenden Maſſen (Baſalt, Melaphyr und Grünſtein), ſtört allmälig die freie Communication der Dämpfe. Durch Spannung wirken dieſe dann auf dreierlei Weiſe: erſchütternd; oder plötzlich, d. i. ruckweiſe, hebend; oder, wie zuerſt in einem großen Theil von Schweden beobachtet worden iſt, ununterbrochen, und nur in langen Perioden bemerkbar, das Niveau-Verhältniß von Meer und Land umändernd.

Ehe wir dieſe große Erſcheinung verlaſſen, die hier nicht ſowohl in ihren Einzelheiten als in ihren allgemeinen phyſikaliſchen und geognoſtiſchen Verhältniſſen betrachtet

worden iſt; müſſen wir noch die Urſach des unausſprechlich tiefen und ganz eigenthümlichen Eindrucks berühren, welchen das erſte Erdbeben, das wir empfinden, ſei es auch von keinem unterirdiſchen Getöſe begleitet, in uns zurückläßt. Ein ſolcher Eindruck, glaube ich, iſt nicht Folge der Erinnerung an die Schreckensbilder der Zerſtörung, welche unſrer Einbildungskraft aus Erzählungen hiſtoriſcher Vergangenheit vorſchweben. Was uns ſo wunderſam ergreift, iſt die Enttäuſchung von dem angeborenen Glauben an die Ruhe und Unbeweglichkeit des Starren, der feſten Erdſchichten. Von früher Kindheit ſind wir an den Contraſt zwiſchen dem beweglichen Element des Waſſers und der Unbeweglichkeit des Bodens gewöhnt, auf dem wir ſtehen. Alle Zeugniſſe unſrer Sinne haben dieſen Glauben befeſtigt. Wenn nun urplötzlich der Boden erbebt, ſo tritt geheimnißvoll eine unbekannte Naturmacht als das Starre bewegend, als etwas Handelndes auf. Ein Augenblick vernichtet die Illuſion des ganzen früheren Lebens. Enttäuſcht ſind wir über die Ruhe der Natur; wir fühlen uns in den Bereich zerſtörender, unbekannter Kräfte verſetzt. Jeder Schall, die leiſeſte Regung der Lüfte ſpannt unſre Aufmerkſamkeit. Man traut gleichſam dem Boden nicht mehr, auf den man tritt. Das Ungewöhnliche der Erſcheinung bringt dieſelbe ängſtliche Unruhe bei Thieren hervor. Schweine und Hunde ſind beſonders davon ergriffen. Die Crocodile im Orinoco, ſonſt ſo ſtumm als unſere kleinen Eidechſen, verlaſſen den erſchütterten Boden des Fluſſes und laufen brüllend dem Walde zu.

Dem Menſchen ſtellt ſich das Erdbeben als etwas allgegenwärtiges, unbegrenztes dar. Von einem thätigen Aus-

bruch=Krater, von einem auf unſere Wohnung gerichteten Lavaſtrom kann man ſich entfernen: bei dem Erdbeben glaubt man ſich überall, wohin auch die Flucht gerichtet ſei, über dem Heerd des Verderbens. Ein ſolcher Zuſtand des Gemüths, aus unſerer innerſten Natur hervorgerufen, iſt aber nicht von langer Dauer. Folgt in einem Lande eine Reihe von ſchwachen Erdſtößen auf einander, ſo verſchwindet bei den Bewohnern faſt jegliche Spur der Furcht. An den regenloſen Küſten von Peru kennt man weder Hagel, noch den rollenden Donner und die leuchtenden Exploſionen im Luftkreiſe. Den Wolken=Donner erſetzt dort das unterirdiſche Getöſe, welches die Erdſtöße begleitet. Vieljährige Gewohnheit und die ſehr verbreitete Meinung, als ſeien gefahrbringende Erſchütterungen nur zwei= oder dreimal in einem Jahrhundert zu befürchten, machen, daß in Lima ſchwache Oſcillationen des Bodens kaum mehr Aufmerkſamkeit erregen als ein Hagelwetter in der gemäßigten Zone.

Nachdem wir ſo die Thätigkeit, gleichſam das innere Leben der Erde in ihrem Wärmegehalt, in ihrer electro=magnetiſchen Spannung, in ihrer Licht=Ausſtrömung an den Polen, in ihren unregelmäßig wiederkehrenden Erſcheinungen der Bewegung überſichtlich betrachtet haben; gelangen wir zu den ſtoffartigen Productionen (chemiſchen Veränderungen in der Erdrinde und in der Zuſammenſetzung des Dunſtkreiſes), welche ebenfalls die Folge planetariſcher Lebensthätigkeit ſind. Wir ſehen aus dem Boden ausſtrömen: Waſſerdämpfe und gasförmige Kohlenſäure, meiſt frei [64] von aller Beimengung von Stickſtoff; gekohltes Waſſerſtoffgas (in der chineſiſchen Provinz Sſe=tſchuan [65] ſeit Jahrtauſenden, in dem nordamerikaniſchen Staate von Neu=York

im Dorfe Fredonia ganz neuerdings zum Kochen und zur Beleuchtung benutzt); Schwefel-Waſſerſtoffgas und Schwefeldampf, ſeltener [66] ſchweflige und Hydrochlor-Säure. Solche Ausſtrömungen aus Erdſpalten bezeichnen nicht bloß die Gebiete noch brennender oder längſt erloſchener Vulkane: man beobachtet ſie auch ausnahmsweiſe in Gegenden, in denen nicht Trachyt und andere vulkaniſche Geſteine unbedeckt zu Tage ausſtehen. In der Andeskette von Quindiu habe ich Schwefel in einer Höhe von 6410 Fuß über dem Meere ſich im Glimmerſchiefer aus warmen Schwefeldämpfen niederſchlagen geſehen [67], während daß dieſelbe, einſt für uranfänglich gehaltene Gebirgsart in dem Cerro Cuello bei Ticſan (ſüdlich von Quito) ein ungeheures Schwefellager in reinem Quarze zeigt.

Unter allen Luftquellen ſind die Exhalationen der Kohlenſäure (ſogenannte Mofetten) noch heute, der Zahl und Quantität der Production nach, die wichtigſten. Unſer deutſches Vaterland lehrt uns, wie in den tief eingeſchnittenen Thälern der Eifel, in der Umgebung des Laacher Sees, im Keſſelthal von Wehr und in dem weſtlichen Böhmen, gleichſam in den Brandſtätten der Vorwelt, oder in ihrer Nähe, ſich die Ausſtrömungen der Kohlenſäure, als letzte Regungen der vulkaniſchen Thätigkeit, offenbaren. In den früheren Perioden, wo, bei erhöhter Erdwärme und bei der Häufigkeit noch unausgefüllter Erdſpalten, die Proceſſe, welche wir hier beſchreiben, mächtiger wirkten; wo Kohlenſäure und heiße Waſſerdämpfe in größeren Maſſen ſich der Atmoſphäre beimiſchten: muß, wie Adolph Brongniart [68] ſcharfſinnig entwickelt hat, die junge Pflanzenwelt, faſt überall und unabhängig von der geographiſchen Ortsbreite, zu

der üppigſten Fülle und Entwickelung ihrer Organe gelangt ſein. In den immer warmen, immer feuchten, mit Kohlenſäure überſchwängerten Luftſchichten müſſen die Gewächſe in ſolchem Grade Lebenserregung und Ueberfluß an Nahrungsſtoff gefunden haben, daß ſie das Material zu den Steinkohlen- und Ligniten-Schichten hergeben konnten, welche in ſchwer zu erſchöpfenden Maſſen die phyſiſchen Kräfte und den Wohlſtand der Völker begründen. Solche Maſſen ſind vorzugsweiſe, und wie in Becken vertheilt, gewiſſen Punkten Europa's eigen. Sie ſind angehäuft in den britiſchen Inſeln, in Belgien, in Frankreich, am Niederrhein und in Oberſchleſien. In derſelben Urzeit allverbreiteter vulkaniſcher Thätigkeit iſt auch dem Schooße der Erde entquollen die ungeheure Menge Kohlenſtoffes, welchen die Kalkgebirge in ihrer Zuſammenſetzung enthalten und welcher, vom Sauerſtoff getrennt und in feſter Subſtanz ausgeſchieden, ungefähr den achten Theil der räumlichen Mächtigkeit jener Gebirge ausmachen würde[69]. Was unaufgenommen von den alkaliſchen Erden dem Luftkreis an Kohlenſäure noch beigemengt war, wurde allmälig durch die Vegetation der Vorwelt aufgezehrt: ſo daß davon der Atmoſphäre, wenn ſie der Proceß des Pflanzenlebens gereinigt, nur der ſo überaus geringe Gehalt übrig blieb, welcher der jetzigen Organiſation der Thiere unſchädlich iſt. Auch häufiger ausbrechende ſchwefelſaure Dämpfe haben in den vielbelebten Binnenwaſſern der Urwelt den Untergang von Mollusken- und Fiſchgattungen, wie die Bildung der vielgekrümmten, wahrſcheinlich oft durch Erdbeben erſchütterten Gypsflöze bewirkt.

Unter ganz ähnlichen phyſiſchen Verhältniſſen ſteigen aus dem Schooße der Erde hervor: Luftarten, tropfbare

Flüſſigkeiten, Schlamm und durch den Ausbruch-Kegel der Vulkane, welche ſelbſt nur eine Art intermittirender Quellen ſind[70], geſchmolzene Erden. Alle dieſe Stoffe verdanken ihre Temperatur und ihre chemiſche Naturbeſchaffenheit dem Ort ihres Urſprungs. Die mittlere Wärme der Waſſerquellen iſt geringer als die des Luftkreiſes an dem Punkte, wo ſie ausbrechen, wenn die Waſſer von den Höhen herabkommen; ihre Wärme nimmt mit der Tiefe der Erdſchichten zu, welche ſie bei ihrem Urſprunge berühren. Das numeriſche Geſetz dieſer Zunahme haben wir bereits oben angegeben. Das Gemiſch der Waſſer, welche aus der Höhe der Berge oder aus der Tiefe der Erde kommen, macht die Lage der Iſogeothermen[71] (Linien gleicher innerer Erdwärme) ſchwierig zu beſtimmen: wenn nämlich dieſe Beſtimmung aus der Temperatur der ausbrechenden Waſſerquellen geſchloſſen werden ſoll. So haben es eigene Beobachtungen mich und meine Gefährten in dem nördlichen Aſien gelehrt. Die Temperatur der Quellen, welche ſeit einem halben Jahrhundert ein ſo viel bearbeiteter Gegenſtand der phyſikaliſchen Unterſuchungen geworden iſt, hängt, wie die Höhe des ewigen Schnees, von vielen, ſehr verwickelten Urſachen gleichzeitig ab. Sie iſt Function der Temperatur der Erdſchicht, in der ſie entſpringen, der Wärme-Capacität des Bodens, der Menge und Temperatur der Meteorwaſſer[72]: welche letztere ſelbſt wiederum nach der Art ihrer Entſtehung von der Luft-Temperatur der unteren Atmoſphäre verſchieden[73] iſt.

Die ſogenannten kalten Quellen können die mittlere Luft-Temperatur nur dann anzeigen, wenn ſie, ungemiſcht mit den aus großer Tiefe aufſteigenden oder von

beträchtlichen Berghöhen herabkommenden Waſſern, einen ſehr langen Weg (in unſeren Breiten zwiſchen vierzig und ſechzig Fuß, in der Aequinoctial-Zone nach Bouſſingault einen Fuß [74]) unter der Oberfläche der Erde zurückgelegt haben. Die hier bezeichneten Tiefen ſind nämlich die der Erdſchicht, in welcher, in der gemäßigten und in der heißen Zone, die Unveränderlichkeit der Temperatur beginnt; in der die ſtündlichen, täglichen oder monatlichen Wärme-Veränderungen der Luft nicht mehr geſpürt werden.

Heiße Quellen brechen aus den allerverſchiedenartigſten Gebirgsarten hervor; ja die heißeſten unter den permanenten, die man bisher beobachtet und die ich ſelbſt aufgefunden, zeigen ſich fern von allen Vulkanen. Ich führe hier aus meinem Reiſeberichte die Aguas calientes de las Trincheras in Südamerika, zwiſchen Porto Cabello und Nueva Valencia, und die Aguas de Comangillas im mexaniſchen Gebiete bei Guanaxuato an; die erſten, aus Granit ausbrechend, hatten 90°, 3: die zweiten aus Baſalt ausbrechend, 96°, 4. Die Tiefe des Heerdes, aus welchem Waſſer von dieſer Temperatur aufſteigen, iſt nach dem, was wir von dem Geſetz der Wärme-Zunahme im Innern der Erde wiſſen, wahrſcheinlich an 6700 Fuß (über ¼ einer geographiſchen Meile. Wenn die Urſach der Thermalquellen wie der thätigen Vulkane die allverbreitete Erdwärme iſt, ſo wirken die Gebirgsarten nur durch ihre Wärme-Capacität und ihre wärmeleitende Kraft. Die heißeſten aller permanenten Quellen (zwiſchen 95° und 97°) ſind merkwürdigerweiſe die reinſten; die, welche am wenigſten Mineralſtoffe aufgelöſt enthalten. Ihre Temperatur ſcheint im ganzen auch minder beſtändig als die der Quellen zwiſchen 50° und 74°:

deren Unveränderlichkeit in Wärme und Mineralgehalt, in Europa wenigſtens, ſeit den funfzig bis ſechzig Jahren, in denen man genaue Thermometer und genaue chemiſche Analyſen angewandt, ſich ſo wunderbar bewährt hat. Bouſſingault hat gefunden, daß die Therme von las Trincheras ſeit meiner Reiſe in 23 Jahren (zwiſchen 1800 und 1823) von 90°,3 auf 97° geſtiegen iſt [75]. Dieſe überaus ruhig fließende Quelle iſt alſo jetzt faſt 7° heißer als die intermittirenden Springbrunnen des Geyſer und des Strokr, deren Temperatur Krug von Nidda neuerlichſt ſorgfältiger beſtimmt hat. Einen der auffallendſten Beweiſe von der Entſtehung heißer Quellen durch das Herabſinken kalter Meteorwaſſer in das Innere der Erde und durch Berührung mit einem vulkaniſchen Heerde hat erſt im vorigen Jahrhundert ein vor meiner amerikaniſchen Reiſe unbekannter Vulkan, der von Jorullo in Mexico, dargeboten. Als ſich derſelbe im September 1759 plötzlich als ein Berg von 1580 Fuß über die umliegende Ebene erhob, verſchwanden die zwei kleinen Flüſſe, Rios de Cuitimba y de San Pedro, und erſchienen einige Zeit nachher unter furchtbaren Erdſtößen als heiße Quellen. Ich fand im Jahr 1803 ihre Temperatur zu 65°,8.

Die Quellen in Griechenland fließen erweislich noch an denſelben Orten wie in dem helleniſchen Alterthume. Der Eraſinos-Quelle, zwei Stunden Weges ſüdlich von Argos am Abhange des Chaon, erwähnt ſchon Herodot. Bei Delphi ſieht man noch die Kaſſotis (jetzt Brunnen des heil. Nikolaos), ſüdlich von der Lesche entſpringend und unter dem Apollotempel durchfließend; auch die Kaſtalia am Fuß der Phädriaden und die Pirene bei Akrokorinth,

wie die heißen Bäder von Aedepſos auf Euböa, in denen Sulla während des Mithridatiſchen Krieges badete[76]. Ich führe gern dieſe Einzelheiten an, weil ſie lebhaft daran erinnern, wie in einem ſo häufigen und heftigen Erderſchütterungen ausgeſetzten Lande doch das Innere unſres Planeten in kleinen Verzweigungen offener und Waſſer führender Spalten, wenigſtens 2000 Jahre lang, ſeine alte Geſtaltung hat bewahren können. Auch die Fontaine jaillissante von Lillers im Departement des Pas de Calais iſt bereits im Jahr 1126 erbohrt worden, und ſeitdem ununterbrochen zu derſelben Höhe mit derſelben Waſſermenge geſtiegen; ja der vortreffliche Geograph der caramaniſchen Küſte, Capitän Beaufort, hat dieſelbe Flamme, genährt von ausſtrömendem brennbarem Gas, im Gebiet des Phaſelis leuchten ſehen, welche Plinius[77] als die Flamme der Chimära in Lycien beſchreibt.

Die von Arago 1821 gemachte Beobachtung[78], daß die tieferen arteſiſchen Brunnen die wärmeren ſind, hat zuerſt ein großes Licht auf den Urſprung der Thermalquellen und auf die Auffindung des Geſetzes der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme verbreitet. Auffallend iſt es und erſt in ſehr neuer Zeit beachtet, daß ſchon der heilige Patricius[79], wahrſcheinlich Biſchof von Pertuſa, durch die bei Carthago ausbrechenden heißen Quellen am Ende des dritten Jahrhunderts auf eine ſehr richtige Anſicht der Erſcheinungen geleitet wurde. Als man ihn nach der Urſach der ſiedenden, dem Erdſchooß entquellenden Waſſer befragte, antwortete er: „Feuer wird in den Wolken genährt und im Innern der Erde, wie der Aetna ſammt einem anderen Berge in der Nähe von Neapel euch lehren. Die unter-

irdiſchen Waſſer ſteigen wie durch Heber empor. Die Urſach der heißen Quellen iſt dieſe: die Waſſer, welche vom unterirdiſchen Feuer entfernter ſind, zeigen ſich kälter; die, welche dem Feuer näher entquellen, bringen, durch daſſelbe erwärmt, eine unerträgliche Hitze an die Oberfläche, die wir bewohnen."

So wie die Erderſchütterungen oft von Waſſer- und Dampf-Ausbrüchen begleitet ſind; ſo erkennt man in den Salſen oder kleinen Schlammvulkanen einen Uebergang von den wechſelnden Erſcheinungen, welche die Dampf-Ausbrüche und Thermalquellen darbieten, zu der mächtigen und grauſenvollen Thätigkeit Lava ſpeiender Berge. Wenn dieſe als Quellen geſchmolzener Erden vulkaniſche Gebirgsarten hervorbringen: ſo erzeugen heiße, mit Kohlenſäure und Schwefelgas geſchwängerte Quellwaſſer ununterbrochen, durch Niederſchlag, horizontal auf einander gelagerte Schichten von Kalkſtein (Travertino); oder bauen coniſche Hügel auf: wie im nördlichen Afrika (Algerien) und in den Baños von Caxamarca, an dem weſtlichen Abhange der peruaniſchen Andeskette. In dem Travertino von Van Diemens Land (unweit Hobarttown) ſind nach Charles Darwin Reſte einer untergegangenen Vegetation enthalten. Wir deuten hier durch Lava und Travertino (zwei Gebirgsarten, die fortfahren ſich unter unſeren Augen zu bilden) auf die Hauptgegenſätze geognoſtiſcher Verhältniſſe.

Die Salſen oder Schlammvulkane verdienen mehr Aufmerkſamkeit, als die Geognoſten ihnen bisher geſchenkt haben. Man hat die Größe des Phänomens verkannt, weil von den zwei Zuſtänden, die es durchläuft,

in den Beſchreibungen gewöhnlich nur bei dem letzteren: dem friedlicheren Zuſtande, in dem ſie Jahrhunderte lang beharren, verweilt wird. Die Entſtehung der Salſen iſt durch Erdbeben, unterirdiſchen Donner, Hebung einer ganzen Länderſtrecke und einen hohen, aber auf eine kurze Dauer beſchränkten Flammenausbruch bezeichnet. Als auf der Halbinſel Abſcheron, am caſpiſchen Meere, öſtlich von Baku, die Salſe von Jokmali ſich zu bilden anfing (27 November 1827), loderten die Flammen drei Stunden lang zu einer außerordentlichen Höhe empor; die nachfolgenden 20 Stunden erhoben ſie ſich kaum 3 Fuß über den ſchlammauswerfenden Krater. Bei dem Dorfe Baklichli, weſtlich von Baku, ſtieg die Feuerſäule ſo hoch, daß man ſie in ſechs Meilen Entfernung ſehen konnte. Große Felsblöcke, der Tiefe entriſſen, wurden weit umhergeſchleudert. Dieſe findet man auch um die gegenwärtig ſo friedlichen Schlammvulkane von Monte Zibio, nahe bei Saſſuolo im nördlichen Italien. Der Zuſtand des zweiten Stadiums hat ſich über 1½ Jahrtauſende in den von den Alten beſchriebenen Salſen von Girgenti (den Macalubi) auf Sicilien erhalten. Dort ſtehen, nahe an einander gereihet, viele kegelförmige Hügel von 8, 10, ja 30 Fuß Höhe: die veränderlich iſt, wie ihre Geſtaltung. Aus dem oberen, ſehr kleinen und mit Waſſer gefüllten Becken fließt, unter periodiſcher Entwickelung von Gas, lettiger Schlamm in Strömen herab. Dieſer Schlamm iſt gewöhnlich kalt, bisweilen (auf der Inſel Java bei Damak in der Provinz Samarang) von hoher Temperatur. Auch die mit Geräuſch ausſtrömenden Gas-Arten ſind verſchiedenartig: Waſſerſtoffgas mit Naphtha gemengt, Kohlenſäure und, wie Parrot und ich

erwieſen haben (auf der Halbinſel Taman und in den ſüdamerikaniſchen Volcancitos de Turbaco), faſt reines Stickgas [80].

Die *Schlammvulkane* bieten dem Beobachter, nach dem erſten gewaltſamen Feuerausbruch, der vielleicht in gleichem Maaße nicht einmal allen gemein iſt, das Bild einer meiſt ununterbrochen fortwirkenden, aber ſchwachen Thätigkeit des inneren Erdkörpers dar. Die Communication mit den tiefen Schichten, in denen eine hohe Temperatur herrſcht, wird bald wieder in ihnen verſtopft; und die kalten Ausſtrömungen der Salſen ſcheinen zu lehren, daß der Sitz des Phänomens im Beharrungszuſtande nicht ſehr weit von der Oberfläche entfernt ſein könne. Von ganz anderer Mächtigkeit zeigt ſich die Reaction des inneren Erdkörpers auf die äußere Rinde in den *eigentlichen Vulkanen* oder *feuerſpeienden Bergen*: d. i. in ſolchen Punkten der Erde, in welchen eine bleibende oder wenigſtens von Zeit zu Zeit erneuerte Verbindung mit einem tiefen Heerde ſich offenbart. Man muß ſorgfältig unterſcheiden zwiſchen mehr oder minder geſteigerten vulkaniſchen Erſcheinungen, als da ſind: *Erdbeben*, heiße *Waſſer- und Dampfquellen*, *Schlammvulkane*, das Hervortreten von glocken- und domförmigen ungeöffneten *Trachytbergen*, die Oeffnung dieſer Berge oder der emporgehobenen Baſaltſchichten als *Erhebungs-Krater*, endliches Aufſteigen eines permanenten *Vulkans* in dem Erhebungs-Krater ſelbſt oder zwiſchen den Trümmern ſeiner ehemaligen Bildung. Zu verſchiedenen Zeiten, bei verſchiedenen Graden der Thätigkeit und Kraft, ſtoßen die permanenten Vulkane Waſſerdämpfe, Säuren, weitleuchtende Schlacken oder, wenn der Widerſtand

überwunden werden kann, bandförmig ſchmale Feuerſtröme geſchmolzener Erden aus.

Als Folge einer großen, aber localen Kraftäußerung im Inneren unſres Planeten heben elaſtiſche Dämpfe entweder einzelne Theile der Erdrinde zu domförmigen, ungeöffneten Maſſen feldſpathreichen Trachyts und Dolerits (Puy de Dôme und Chimborazo) empor; oder es werden die gehobenen Schichten durchbrochen, und dergeſtalt nach außen geneigt, daß auf der entgegengeſetzten inneren Seite ein ſteiler Felsrand entſteht. Dieſer Rand wird dann die Umgebung eines Erhebungs-Kraters. Wenn derſelbe, was keineswegs immer der Fall iſt, von dem Meeresgrunde ſelbſt aufgeſtiegen iſt, ſo hat er die ganze phyſiognomiſche Geſtaltung der gehobenen Inſel beſtimmt. Dies iſt die Entſtehung der zirkelrunden Form von Palma, die Leopold von Buch ſo genau und geiſtreich beſchrieben, und von Niſyros [81] im ägäiſchen Meere. Bisweilen iſt die eine Hälfte des ringförmigen Randes zerſtört, und in dem Buſen, den das eingedrungene Meer gebildet, haben geſellige Corallenthiere ihre zelligen Wohnungen aufgebaut. Auch auf den Continenten ſind die Erhebungs-Krater oft mit Waſſer gefüllt und verſchönern auf eine ganz eigenthümliche Weiſe den Charakter der Landſchaft.

Ihre Entſtehung iſt nicht an eine beſtimmte Gebirgsart gebunden; ſie brechen aus in Baſalt, Trachyt, Leucit-Porphyr (Somma), oder in doleritartigem Gemenge von Augit und Labrador. Daher die ſo verſchiedene Natur und äußere Geſtaltung dieſer Art der Kraterränder. „Von ſolchen Umgebungen gehen keine Eruptions-Erſcheinungen aus; es iſt durch ſie kein bleibender Verbindungscanal mit

dem Inneren eröffnet, und nur ſelten findet man in der Nachbarſchaft oder im Inneren eines ſolchen Kraters Spuren von noch wirkender vulkaniſcher Thätigkeit. Die Kraft, welche eine ſo bedeutende Wirkung hervorzubringen vermochte, muß ſich lange im Inneren geſammelt und verſtärkt haben, ehe ſie den Widerſtand der darauf drückenden Maſſe überwältigen konnte. Sie reißt bei Entſtehung neuer Inſeln körnige Gebirgsarten und Conglomerate (Tuffſchichten voll Seepflanzen) über die Oberfläche des Meeres empor. Durch den Erhebungs-Krater entweichen die geſpannten Dämpfe; eine ſo große erhobene Maſſe fällt aber wieder zurück und verſchließt ſofort die nur für ſolche Kraftäußerung gebildete Oeffnung. Es entſteht kein Vulkan [82]."

Ein eigentlicher Vulkan entſteht nur da, wo eine bleibende Verbindung des inneren Erdkörpers mit dem Luftkreiſe errungen iſt. In ihm iſt die Reaction des Inneren gegen die Oberfläche in langen Epochen dauernd. Sie kann, wie einſt beim Veſuv (Fiſove [83]), Jahrhunderte lang unterbrochen ſein und dann doch wieder in erneuerter Thätigkeit ſich darbieten. Zu Nero's Zeiten war man in Rom ſchon geneigt den Aetna in die Claſſe allmälig erlöſchender Feuerberge [84] zu ſetzen; ja ſpäter behauptete Aelian [85] ſogar, die Seefahrer fingen an den einſinkenden Gipfel weniger weit vom hohen Meere aus zu ſehen. Wo die Zeugen des erſten Ausbruchs, ich möchte ſagen, das alte Gerüſte ſich vollſtändig erhalten hat: da ſteigt der Vulkan aus einem Erhebungs-Krater empor; da umgiebt den iſolirten Kegelberg circusartig eine hohe Felsmauer: ein Mantel, der aus ſtark aufgerichteten Schichten beſteht. Bisweilen iſt von dieſer circusartigen Umgebung keine Spur mehr ſichtbar:

und der Vulkan, nicht immer ein Kegelberg, ſteigt auch als ein langgedehnter Rücken, wie der Pichincha, an deſſen Fuß die Stadt Quito liegt, unmittelbar aus der Hochebene auf.

Wie die Natur der Gebirgsarten: d. h. die Verbindung (Gruppirung) einfacher Mineralien zu Granit, Gneiß und Glimmerſchiefer, zu Trachyt, Baſalt und Dolerit: unabhängig von den jetzigen Klimaten, unter den verſchiedenſten Himmelsſtrichen dieſelbe iſt; ſo ſehen wir auch überall in der anorganiſchen Natur gleiche Geſetze der Geſtaltung ſich enthüllen: Geſetze, nach welchen die Schichten der Erdrinde ſich wechſelſeitig tragen, gangartig durchbrechen, durch elaſtiſche Kräfte ſich heben. In den Vulkanen iſt dieſes Wiederkehren derſelben Erſcheinungen beſonders auffallend. Wo dem Seefahrer nicht mehr die alten Sterne leuchten: auf Inſeln ferner Meere, von Palmen und fremdartigen Gewächſen umgeben; ſieht er in den Einzelheiten des landſchaftlichen Charakters den Veſuv, die domförmigen Gipfel der Auvergne, die Erhebungs-Krater der canariſchen und azoriſchen Inſeln, die Ausbruchsſpalten von Island wiederkehrend abgeſpiegelt; ja ein Blick auf den Begleiter unſeres Planeten, den Erdmond, verallgemeinert die hier bemerkte Analogie der Geſtaltung. In den, mittelſt großer Fernröhre entworfenen Karten des luft- und waſſerloſen Satelliten erkennt man mächtige Erhebungs-Krater, welche Kegelberge umgeben oder ſie auf ihren Ringwallen tragen: unbeſtreitbare Wirkungen der Reaction des Inneren gegen die Oberfläche des Mondes, begünſtigt von dem Einfluß einer geringeren Schwere.

Wenn in vielen Sprachen Vulkane mit Recht feuerſpeiende Berge genannt werden, ſo iſt ein ſolcher Berg

darum keineswegeſ durch eine allmälige Anhäufung von ausfließenden Lavaſtrömen gebildet; ſeine Entſtehung ſcheint vielmehr allgemein die Folge eines plötzlichen Emporhebens zäher Maſſen von Trachyt oder labrador-haltigem Augitgeſteine zu ſein. Das Maaß der hebenden Kraft offenbart ſich in der Höhe der Vulkane; und dieſe iſt ſo verſchieden, daß ſie bald die Dimenſion eines Hügels (Vulkan von Coſima, einer der japaniſchen Kurilen), bald die eines 18000 Fuß hohen Kegels hat. Es hat mir geſchienen, als ſei das Höhenverhältniß von großem Einfluß auf die Frequenz der Ausbrüche, als wären dieſe weit häufiger in den niedrigeren als in den höheren Vulkanen. Ich erinnere an die Reihenfolge: Stromboli (2175 Fuß), der faſt täglich donnernde Guacamayo in der Provinz Quixos (ich habe ihn oft in 22 Meilen Entfernung in Chillo bei Quito gehört), der Veſuv (3637 F.), Aetna (10200 F.), Pic von Teneriffa (11424 F.) und Cotopaxi (17892 F.). Iſt der Heerd dieſer Vulkane in gleicher Tiefe, ſo gehört eine größere Kraft dazu die geſchmolzenen Maſſen zu einer 6- und 8mal größeren Höhe zu erheben. Während daß der niedrige Stromboli (Strongyle) raſtlos arbeitet, wenigſtens ſeit den Zeiten homeriſcher Sagen, und, ein Leuchtthurm des tyrrheniſchen Meeres, den Seefahrern zum leitenden Feuerzeichen wird: ſind die höheren Vulkane durch lange Zwiſchenzeiten von Ruhe charakteriſirt. So ſehen wir die Eruptionen der meiſten Coloſſe, welche die Andeskette krönen, faſt durch ein ganzes Jahrhundert von einander getrennt. Wo man Ausnahmen von dieſem Geſetze bemerkt, auf welches ich längſt ſchon aufmerkſam gemacht habe, mögen ſie in dem Umſtande gegründet ſein, daß die

Verbindungen zwiſchen dem vulkaniſchen Heerde und dem Ausbruch-Krater nicht bei allen Vulkanen, die man vergleicht, in gleichem Maaße als permanent frei gedacht werden können. In den niedrigen mag eine Zeit lang der Verbindungscanal verſchloſſen ſein, ſo daß ihre Ausbrüche ſeltener werden, ohne daß ſie deshalb dem Erlöſchen näher ſind.

Mit den Betrachtungen über das Verhältniß der abſoluten Höhe zur Frequenz der Entflammung des Vulkans, in ſo fern dieſelbe äußerlich ſichtbar iſt, ſteht in genauem Zuſammenhange der Ort, an welchem die Lava ſich ergießt. Bei vielen Vulkanen ſind die Ausbrüche aus dem Krater überaus ſelten; ſie geſchehen meiſt, wie am Aetna im ſechzehnten Jahrhundert der berühmte Geſchichtsſchreiber Bembo[86] ſchon als Jüngling bemerkte, auf Seitenſpalten: da, wo die Wände des gehobenen Berges durch ihre Geſtaltung und Lage am wenigſten Widerſtand leiſten. Auf dieſen Spalten ſteigen bisweilen Auswurfs-Kegel auf: große, die man fälſchlich durch den Namen neuer Vulkane bezeichnet und die an einander gereihet die Richtung einer, bald wieder geſchloſſenen Spalte bezeichnen; kleine, in Gruppen zuſammengedrängt, eine ganze Bodenſtrecke bedeckend, glocken- und bienenkorbartig. Zu den letzteren gehören die hornitos de Jorullo[87], und die Kegel des Veſuv-Ausbruchs im October 1822, des Vulkans von Awatſcha nach Poſtels und des Lavenfeldes bei den Baidaren-Bergen nach Erman, auf der Halbinſel Kamtſchatka.

Stehen die Vulkane nicht frei und iſolirt in einer Ebene; ſind ſie, wie in der Doppelkette der Andes von Quito, von einem neun- bis zwölftauſend Fuß hohen Tafellande umgeben: ſo kann dieſer Umſtand wohl dazu

beitragen, daß ſie bei den furchtbarſten Ausbrüchen feuriger Schlacken, unter Detonationen, die über hundert Meilen weit vernommen werden, keine Lavaſtröme erzeugen[88]. So die Vulkane von Popayan, der Hochebene von los Paſtos, und der Andes von Quito: vielleicht unter den letzten den einzigen Vulkan von Antiſana ausgenommen.

Die Höhe des Aſchenkegels und die Größe und Form des Kraters ſind Elemente der Geſtaltung, welche vorzugsweiſe den Vulkanen einen individuellen Charakter geben; aber beide, Aſchenkegel und Krater, ſind von der Dimenſion des ganzen Berges völlig unabhängig. Der Veſuv iſt mehr als dreimal niedriger als der Pic von Teneriffa: und ſein Aſchenkegel erhebt ſich doch zu $1/3$ der ganzen Höhe des Berges, während der Aſchenkegel des Pics nur $1/22$ derſelben beträgt. Bei einem viel höheren Vulkan als dem von Teneriffa, bei dem Rucu-Pichincha, tritt dagegen ein Verhältniß ein, das wiederum dem des Veſuvs näher kommt. Unter allen Vulkanen, die ich in beiden Hemiſphären geſehen, iſt die Kegelform des Cotopaxi die ſchönſte und regelmäßigſte. Ein plötzliches Schmelzen des Schnees an ſeinem Aſchenkegel verkündigt die Nähe des Ausbruchs. Ehe noch Rauch ſichtbar wird in den dünnen Luftſchichten, die den Gipfel und die Krater-Oeffnung umgeben, ſind bisweilen die Wände des Aſchenkegels von innen durchglüht: und der ganze Berg bietet dann den grauſenvollſten, unheilverkündigenden Anblick der Schwärze dar.

Der Krater, welcher, ſehr ſeltene Fälle ausgenommen, ſtets den Gipfel der Vulkane einnimmt, bildet ein tiefes, oft zugängliches Keſſelthal, deſſen Boden beſtändigen Veränderungen unterworfen iſt. Die größere oder geringere

Tiefe des Kraters iſt bei vielen Vulkanen ebenfalls ein Zeichen des nahen oder fernen Bevorſtehens einer Eruption. Es öffnen und ſchließen ſich wechſelsweiſe in dem Keſſelthale langgedehnte dampf-ausſtrömende Spalten oder kleine rundliche Feuerſchlünde, die mit geſchmolzenen Maſſen gefüllt ſind. Der Boden ſteigt und ſinkt; in ihm entſtehen Schlackenhügel und Auswurfs-Kegel, die ſich bisweilen hoch über die Ränder des Kraters erheben, den Vulkanen ganze Jahre lang eine eigenthümliche Phyſiognomie verleihen, aber urplötzlich während einer neuen Eruption zuſammenſtürzen und verſchwinden. Die Oeffnungen dieſer Auswurfs-Kegel, die aus dem Kraterboden aufſteigen, dürfen nicht, wie nur zu oft geſchieht, mit dem Krater ſelbſt, der ſie einſchließt, verwechſelt werden. Iſt dieſer unzugänglich durch ungeheure Tiefe und durch ſenkrechten Abſturz der Ränder nach innen, wie auf dem Vulkan Rucu-Pichincha (14946 Fuß), ſo blickt man von jenen Rändern auf die Gipfel der Berge hinab, die aus dem theilweiſe mit Schwefeldampf gefüllten Keſſelthal emporragen. Einen wunderbareren und großartigeren Naturanblick habe ich nie genoſſen. In der Zwiſchenzeit zweier Eruptionen bietet ein Krater entweder gar kein leuchtendes Phänomen, ſondern bloß offene Spalten und aufſteigende Waſſerdämpfe dar; oder man findet auf ſeinem kaum erhitzten Boden Schlackenhügel, denen man ſich gefahrlos nähern kann. Sie ergötzen gefahrlos den wandernden Geognoſten durch das Auswerfen feurig-glühender Maſſen, die auf den Rand des Schlackenkegels herabfallen und deren Erſcheinen kleine, ganz locale Erdſtöße regelmäßig vorherverkündigen. Lava ergießt ſich bisweilen aus offenen Spalten und kleinen Schlünden in den Krater ſelbſt, ohne den Kraterrand zu durchbrechen und

überzufließen. Geſchieht aber ein ſolcher Durchbruch, ſo fließt die neu=eröffnete Erdquelle meiſt dergeſtalt ruhig und auf ſo beſtimmten Wegen, daß das große Keſſelthal, welches man Krater nennt, ſelbſt in dieſer Eruptions=Epoche beſucht werden kann. Ohne eine genaue Darſtellung von der Geſtaltung, gleichſam dem Normalbau der feuerſpeienden Berge können Erſcheinungen nicht richtig aufgefaßt werden, die durch phantaſtiſche Beſchreibungen und durch die Vieldeutigkeit oder vielmehr durch den ſo unbeſtimmten Sprachgebrauch der Wörter Krater, Ausbruch=Kegel und Vulkan lange verunſtaltet worden ſind. Die Ränder des Kraters zeigen ſich theilweiſe weit weniger veränderlich, als man es vermuthen ſollte. Sauſſure's Meſſungen, mit den meinigen verglichen, haben z. B. am Veſuv das merkwürdige Reſultat gegeben, daß in 49 Jahren (1773—1822) der nordweſtliche Rand des Vulkans (Rocca del Palo) in ſeiner Höhe über der Meeresfläche in den Grenzen der Genauigkeit unſerer Meſſungen als faſt unverändert betrachtet werden darf [89].

Vulkane, welche, wie die der Andeskette, ihren Gipfel hoch über die Grenze des ewigen Schnees erheben, bieten eigenthümliche Erſcheinungen dar. Die Schneemaſſen erregen nicht bloß durch plötzliches Schmelzen während der Eruption furchtbare Ueberſchwemmungen, Waſſerſtröme, in denen dampfende Schlacken auf dicken Eismaſſen ſchwimmen; ſie wirken auch ununterbrochen, während der Vulkan in vollkommener Ruhe iſt, durch Infiltration in die Spalten des Trachyt=Geſteins. Höhlungen, welche ſich an dem Abhange oder am Fuß der Feuerberge befinden, werden ſo allmälig in unterirdiſche Waſſerbehälter verwandelt, die

mit den Alpenbächen des Hochlandes von Quito durch enge Oeffnungen vielfach communiciren. Die Fiſche dieſer Alpenbäche vermehren ſich vorzugsweiſe im Dunkel der Höhlen; und wenn dann Erdſtöße, die allen Eruptionen der Andeskette vorhergehen, die ganze Maſſe des Vulkans mächtig erſchüttern, ſo öffnen ſich auf einmal die unterirdiſchen Gewölbe: und es entſtürzen ihnen gleichzeitig Waſſer, Fiſche und tuffartiger Schlamm. Dies iſt die ſonderbare Erſcheinung, welche der kleine Wels der Cyclopen[90], die Preñadilla der Bewohner der Hochebene von Quito, gewährt. Als in der Nacht vom 19 zum 20 Junius 1698 der Gipfel des 18000 Fuß hohen Berges Carguairazo zuſammenſtürzte, ſo daß vom Kraterrande nur zwei ungeheure Felshörner ſtehen blieben; da bedeckten flüſſiger Tuff und Unfruchtbarkeit verbreitender Lettenſchlamm (lodazales), todte Fiſche einhüllend, auf faſt zwei Quadratmeilen die Felder umher. Eben ſo wurden, ſieben Jahr früher, die Faulfieber in der Gebirgsſtadt Ibarra, nördlich von Quito, einem Fiſch-Auswurfe des Vulkans Imbaburu zugeſchrieben.

Waſſer und Schlamm, welche in der Andeskette nicht dem Krater ſelbſt, ſondern den Höhlen in der Trachytmaſſe des Berges entſtrömen, ſind demnach im engeren Sinne des Worts nicht den eigentlichen vulkaniſchen Phänomenen beizuzählen. Sie ſtehen nur in mittelbarem Zuſammenhange mit der Thätigkeit der Vulkane: faſt in demſelben Maaße wie der ſonderbare meteorologiſche Proceß, welchen ich in meinen früheren Schriften mit der Benennung vulkaniſcher Gewitter bezeichnet habe. Der heiße Waſſerdampf, welcher während der Eruption aus dem Krater aufſteigt und ſich in den Luftkreis ergießt, bildet

beim Erkalten ein Gewölk, von dem die, viele tauſend Fuß hohe Aſchen- und Feuerſäule umgeben iſt. Eine ſo plötzliche Condenſation der Dämpfe und, wie Gay-Luſſac gezeigt hat, die Entſtehung einer Wolke von ungeheurer Oberfläche vermehren die electriſche Spannung. Blitze fahren ſchlängelnd aus der Aſchenſäule hervor, und man unterſcheidet dann (wie am Ende des Ausbruchs des Veſuvs in den letzten Tagen des Octobers 1822) deutlichſt den rollenden Donner des vulkaniſchen Gewitters von dem Krachen im Inneren des Vulkans. Die aus der vulkaniſchen Dampfwolke herabfahrenden Blitze haben einſt auf Island (am Vulkan Katlagia 17 October 1755), nach Olaſſen's Bericht, 11 Pferde und 2 Menſchen getödtet.

Nachdem wir ſo in dem Naturgemälde den Bau und die dynamiſche Thätigkeit der Vulkane geſchildert haben, müſſen wir noch einen Blick auf die ſtoffartige Verſchiedenheit ihrer Erzeugniſſe werfen. Die unterirdiſchen Kräfte trennen alte Verbindungen der Stoffe, um neue Verbindungen hervorzubringen; ſie bewegen zugleich das Umgewandelte fort, ſo lange es, in Wärme aufgelöſt, noch verſchiebbar iſt. Das Erſtarren des Zähen oder des Beweglich-Flüſſigen unter größerem oder geringerem Drucke ſcheint hauptſächlich den Unterſchied der Bildung plutoniſcher und vulkaniſcher Gebirgsarten zu beſtimmen. Eine Gebirgsart, in ſchmalen Längenzonen einer vulkaniſchen Mündung (einem Erde-Quell) entfloſſen, heißt Lava. Wo mehrere Lavaſtröme ſich begegnen und in ihrem Laufe aufgehalten werden, dehnen ſie ſich in der Breite aus und füllen große Becken, in welchen ſie zu auf einander gelagerten Schichten erſtarren. Dieſe wenigen Sätze enthalten das Allgemeine der productiven Thätigkeit der Vulkane.

Gebirgsarten, welche die Vulkane bloß durchbrechen, bleiben oft in den Feuerproducten eingeſchloſſen. So habe ich feldſpathreiche Syenit-Maſſen in den ſchwarzen Augit-Laven des mexicaniſchen Vulkans von Jorullo, als eckige Stücke eingewachſen, gefunden; die Maſſen von Dolomit und körnigem Kalkſtein aber, welche prachtvolle Druſen kryſtalliſirter Foſſilien (Veſuviane und Granaten, von Mejonit, Nephelin und Sodalit bedeckt) enthalten, ſind nicht Auswürflinge des Veſuvs: „ſie gehören vielmehr einer ſehr allgemein verbreiteten Formation, Tuffſchichten an, welche älter als die Erhebung der Somma und des Veſuvs, wahrſcheinlich Erzeugniſſe einer ſubmariniſchen, tief im Inneren verborgenen, vulkaniſchen Wirkung ſind.“ [91] Unter den Producten der jetzigen Vulkane finden ſich fünf Metalle: Eiſen, Kupfer, Blei, Arſenik, und das von Stromeyer im Krater von Volcano entdeckte Selen. Durch dampfende Fumarolen ſublimiren ſich Chlor-Eiſen, Chlorkupfer, Chlorblei und Chlor-Ammonium; Eiſenglanz [92] und Kochſalz (das letzte oft in großer Menge) erſcheinen als Gangtrümmer in friſchgefloſſenen Lavaſtrömen oder auf neuen Spalten der Kraterränder.

Die mineraliſche Zuſammenſetzung der Laven iſt verſchieden nach der Natur des kryſtalliniſchen Geſteins, aus welchem der Vulkan beſteht; nach der Höhe des Punktes, wo der Ausbruch geſchieht (ob am Fuß des Berges oder in der Nähe des Kraters); nach dem Temperatur-Zuſtande des Inneren. Glasartige vulkaniſche Bildungen, Obſidian, Perlſtein oder Bimsſtein fehlen einigen Vulkanen ganz, wenn dieſelben bei anderen nur aus dem Krater ſelbſt oder wenigſtens aus beträchtlichen Höhen entſpringen. Dieſe

wichtigen und verwickelten Verhältniſſe können allein durch ſehr genaue kryſtallographiſche und chemiſche Unterſuchungen ergründet werden. Mein ſibiriſcher Reiſebegleiter Guſtav Roſe, wie ſpäter Hermann Abich haben mit vielem Glücke und Scharfſinn angefangen über das dichte Gewebe ſo verſchiedenartiger vulkaniſcher Felsarten ein helles Licht zu verbreiten.

Von den aufſteigenden Dämpfen iſt der größere Theil reiner Waſſerdampf. Condenſirt, wird derſelbe als Quelle z. B. auf der Inſel Pantellaria von Ziegenhirten benutzt. Was man, am Morgen des 26 October 1822, aus dem Krater des Veſuvs durch eine Seitenſpalte ſich ergießen ſah und lange für ſiedendes Waſſer hielt, war nach Monticelli's genauer Unterſuchung trockne Aſche, die wie Triebſand herabſchoß; eine durch Reibung zu Staub zerfallene Lava. Das Erſcheinen der *Aſche* aber, welche Stunden, ja Tage lang die Luft verfinſtert und durch ihren Fall, den Blättern anklebend, den Weingärten und Oelbäumen ſo verderblich wird; bezeichnet durch ihr ſäulenförmiges Emporſteigen, von Dämpfen getragen, jedes Ende einer großen Eruption. Das iſt die prachtvolle Erſcheinung, die am Veſuv ſchon der jüngere Plinius in dem berühmten Briefe an Cornelius Tacitus mit der Geſtalt einer hochgezweigten, aber ſchattigen *Pinie* verglichen hat. Was man bei Schlacken-Ausbrüchen als Flammen beſchreibt, iſt, wie der Lichtglanz der rothen Gluthwolken, die über dem Krater ſchweben, gewiß nicht brennendem Waſſerſtoffgas zuzuſchreiben. Es ſind vielmehr Licht-Reflexe, die von den hochgeſchleuderten geſchmolzenen Maſſen ausgehen; theils auch Licht-Reflexe aus der Tiefe, welche die aufſteigenden Dämpfe

erleuchten. Was aber die Flammen ſein mögen, die man bisweilen während der Thätigkeit von Küſten-Vulkanen oder kurz vor der Hebung eines vulkaniſchen Eilandes ſeit Strabo's Zeiten aus dem tiefen Meere hat aufſteigen geſehn, entſcheiden wir nicht.

Wenn die Frage aufgeworfen wird: was in den Vulkanen brenne? was die Wärme errege, welche Erden und Metalle ſchmelzend miſcht, ja Lavaſtrömen von großer Dicke [93] mehrere Jahre lang eine erhöhte Temperatur giebt? ſo liegt einer ſolchen Frage das Vorurtheil zum Grunde, Vulkane müßten nothwendig, wie die Erdbrände der Steinkohlen-Flöze, an das Daſein gewiſſer feuer-ernährender Stoffe gebunden ſein. Nach den verſchiedenen Phaſen chemiſcher Anſichten wurden ſo bald Erdpech, bald Schwefelkies oder der feuchte Contact von fein zertheiltem Schwefel und Eiſen; bald pyrophor-artige Subſtanzen, bald die Metalle der Alkalien und Erden als die Urſach der vulkaniſchen Erſcheinungen in ihrer intenſiven Thätigkeit bezeichnet. Der große Chemiker, welchem wir die Kenntniß der brennbarſten metalliſchen Subſtanzen verdanken, Sir Humphry Davy, hat in ſeinem letzten, ein wehmüthiges Gefühl erregenden Werke (Consolation in travel and last days of a Philosopher) ſeiner kühnen chemiſchen Hypotheſe ſelbſt entſagt. Die große mittlere Dichtigkeit des Erdkörpers (5,44) verglichen mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Kalium (0,865) und Natrium (0,972) oder der Erd-Metalle (1,2); der Mangel von Waſſerſtoffgas in den luftförmigen Emanationen der Kraterſpalten und der nicht erkalteten Lavaſtröme, viele chemiſche Betrachtungen endlich [94] ſtehen im Widerſpruch mit den früheren Vermuthungen von Davy und Ampère.

Entwickelte ſich Hydrogen bei dem Ausbruch der Lava: wie groß müßte nicht deſſen Maſſe ſein, wenn bei einer ſehr niedrigen Lage des Eruptionspunktes die ausfließende Lava, wie in dem denkwürdigen von Mackenzie und Soemund Magnuſſen beſchriebenen Ausbruch am Fuß des Skaptar-Jökul auf Island (11 Junius bis 3 Auguſt 1783), viele Quadratmeilen Landes bedeckt, und angedämmt mehrere hundert Fuß Dicke erreicht! Eben ſolche Schwierigkeiten zeigen ſich bei der geringen Menge ausſtrömenden Stickgaſes, wenn man das Eindringen der atmoſphäriſchen Luft in den Krater oder, wie man bildlich ſich ausdrückt, ein Einathmen des Erdkörpers annimmt. Eine ſo allgemeine, ſo tief wirkende, ſich im Inneren ſo weit fortpflanzende Thätigkeit als die der Vulkane kann wohl nicht ihren Urquell in der chemiſchen Verwandtſchaft, in dem Contact einzelner, nur örtlich verbreiteter Stoffe haben. Die neuere Geognoſie ſucht dieſen Urquell lieber in der unter jeglichem Breitengrade mit der Tiefe zunehmenden Temperatur; in der mächtigen inneren Wärme, welche der Planet ſeinem erſten Erſtarren, ſeiner Bildung im Weltraume, der kugelförmigen Zuſammenziehung dunſtförmiger, elliptiſch kreiſender Stoffe verdankt. Neben dem ſicheren Wiſſen ſteht das Vermuthen und Meinen. Eine philoſophiſche Naturkunde ſtrebt ſich über das enge Bedürfniß einer bloßen Naturbeſchreibung zu erheben. Sie beſteht, wie wir mehrmals erinnert haben, nicht in der ſterilen Anhäufung iſolirter Thatſachen. Dem neugierig regſamen Geiſte des Menſchen muß es erlaubt ſein aus der Gegenwart in die Vorzeit hinüberzuſchweifen; zu ahnden, was noch nicht klar erkannt werden kann; und ſich

an den alten, unter ſo vielerlei Formen immer wiederkehrenden Mythen der Geognoſie zu ergötzen. Wenn wir Vulkane als unregelmäßig intermittirende Quellen betrachten, die ein flüſſiges Gemenge von oxydirten Metallen, Alkalien und Erden ausſtoßen; ſanft und ſtille fließen, wo dies Gemenge, durch den mächtigen Druck der Dämpfe gehoben, irgend wo einen Ausgang findet: ſo erinnern wir uns unwillkührlich an Platons geognoſtiſche Phantaſien, nach denen die heißen Quellen, wie alle vulkaniſchen Feuerſtröme, Ausflüſſe des Pyriphlegethon[95], einer im Inneren des Erdkörpers allgegenwärtigen Urſache, ſind.

Die Art der Vertheilung der Vulkane auf der Erdfläche, unabhängig von allen klimatiſchen Verſchiedenheiten, iſt ſehr ſcharfſinnig und charakteriſtiſch auf zwei Claſſen zurückgeführt worden: auf Central- und Reihen-Vulkane: „je nachdem dieſelben den Mittelpunkt vieler, faſt gleichmäßig nach allen Seiten hin wirkender Ausbrüche bilden; oder in Einer Richtung, wenig von einander entfernt, liegen: gleichſam als Eſſen auf einer langgedehnten Spalte. Die Reihen-Vulkane ſind wiederum zweierlei Art. Entweder erheben ſie ſich als einzelne Kegel-Inſeln von dem Grunde des Meeres, und es läuft ihnen meiſt zur Seite, in derſelben Richtung, ein primitives Gebirge, deſſen Fuß ſie zu bezeichnen ſcheinen; oder die Reihen-Vulkane ſtehen auf dem höchſten Rücken dieſer Gebirgsreihe und bilden die Gipfel ſelbſt.“[96] Der Pic von Teneriffa z. B. iſt ein Central-Vulkan: der Mittelpunkt der vulkaniſchen Gruppe, von welchem die Ausbrüche von Palma und Lancerote herzuleiten ſind. Die lange, mauerartig fortlaufende, bald einfache, bald in zwei und drei parallele

Ketten getheilte und dann durch ſchmale Queerjöcher gegliederte Andeskette bietet vom ſüdlichen Chili bis zur Nordweſt-Küſte von Amerika die großartigſte Erſcheinung des Auftretens von Reihen-Vulkanen in einem Feſtlande dar. In der Andeskette verkündigt ſich die Nähe thätiger Vulkane durch das plötzliche Auftreten gewiſſer Gebirgsarten (Dolerit, Melaphyr, Trachyt, Andeſit, Diorit-Porphyr), welche die ſogenannten uranfänglichen, wie die ſchiefrigen und ſandſteinartigen Uebergangsſchichten und die Flözformationen trennen. Ein ſolches immer wiederkehrendes Phänomen hatte früh in mir die Ueberzeugung angeregt, daß jene ſporadiſchen Gebirgsarten der Sitz vulkaniſcher Erſcheinungen wären und daß ſie die vulkaniſchen Ausbrüche bedingten. Am Fuß des mächtigen Tunguragua, bei Penipe (an den Ufern des Rio Puela), ſah ich zum erſten Male und deutlich einen Glimmerſchiefer, der auf Granit ruht, vom vulkaniſchen Geſtein durchbrochen.

Auch die Reihen-Vulkane des Neuen Continents ſind theilweiſe, wo ſie nahe liegen, in gegenſeitiger Abhängigkeit von einander; ja man ſieht ſeit Jahrhunderten ſich die vulkaniſche Thätigkeit in gewiſſen Richtungen (in der Provinz Quito von Norden nach Süden [97]) allmälig fortbewegen. Der Heerd ſelbſt liegt unter dem ganzen Hochlande dieſer Provinz; die einzelnen Verbindungs-Oeffnungen mit der Atmoſphäre ſind die Berge, welche wir, mit beſonderen Namen: als Vulkane von Pichincha, Cotopaxi oder Tunguragua bezeichnen: und die durch ihre Gruppirung, wie durch Höhe und Geſtaltung den erhabenſten und maleriſchſten Anblick darbieten, der irgend wo in einer vulkaniſchen Landſchaft auf einem ſchmalen Raume zu finden iſt. Da die äußerſten Glieder

ſolcher Gruppen von Reihen-Vulkanen durch unterirdiſche Communicationen mit einander verbunden ſind, wie vielfache Erfahrungen lehren, ſo erinnert dieſe Thatſache an Seneca's alten und wahren Ausſpruch [98], daß „der Feuerberg nur der Weg der tiefer liegenden vulkaniſchen Kräfte ſei". Auch im mexicaniſchen Hochlande ſcheinen die Vulkane (Orizaba, Popocatepetl, Jorullo, Colima), von denen ich nachgewieſen [99], daß ſie alle in Einer Richtung zwiſchen 18° 59′ und 19° 12′ nördl. Breite liegen, eine Queerſpalte von Meer zu Meer und eine Abhängigkeit von einander anzudeuten. Der Vulkan von Jorullo iſt den 29 September 1759 genau in dieſer Richtung, auf derſelben Queerſpalte ausgebrochen, und zu einer Höhe von 1580 Fuß über der umherliegenden Ebene emporgeſtiegen. Der Berg gab nur einmal einen Erguß von Lava, genau wie der Epomeo auf Iſchia im Jahr 1302.

Wenn aber auch der Jorullo, von jedem thätigen Vulkan zwanzig Meilen entfernt, im eigentlichſten Sinne des Worts ein neuer Berg iſt; ſo darf man ihn doch nicht mit der Erſcheinung des Monte Nuovo (19 September 1538) bei Pozzuolo verwechſeln, welcher den Erhebungs-Kratern beigezählt wird. Naturgemäßer glaube ich ſchon ehemals den Ausbruch des neu entſtandenen mexicaniſchen Vulkans mit der vulkaniſchen Hebung des Hügels von Methone (jetzt Methana) auf der trözeniſchen Halbinſel verglichen zu haben. Dieſe, von Strabo und Pauſanias beſchriebene Hebung hat einen der phantaſiereichſten römiſchen Dichter veranlaßt Anſichten zu entwickeln, welche mit denen der neuern Geognoſie auf eine merkwürdige Art übereinſtimmen. „Einen Tumulus ſieht man bei Trözene,

ſchroff und baumlos: einſt eine Ebne, jetzt einen Berg. Die in finſtern Höhlen eingeſchloſſenen Dämpfe ſuchen vergebens eine Spalte als Ausweg. Da ſchwillt durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der ſich dehnende Boden wie eine luftgefüllte Blaſe empor; er ſchwillt wie das Fell eines zweigehörnten Bockes. Die Erhebung iſt dem Orte geblieben, und der hoch emporragende Hügel hat ſich im Laufe der Zeit zu einer nackten Felsmaſſe erhärtet." So maleriſch und, wie analoge Erſcheinungen uns zu glauben berechtigen, zugleich auch ſo wahr ſchildert Ovidius die große Naturbegebenheit, die ſich zwiſchen Trözene und Epidaurus, da wo Rußegger noch Trachyt-Durchbrüche gefunden, 282 Jahre vor unſerer Zeitrechnung, alſo 45 Jahre vor der vulkaniſchen Trennung von Thera (Santorin) und Theraſia, ereignete.[100]

Unter den Eruptions-Inſeln, welche den Reihen-Vulkanen zugehören, iſt Santorin die wichtigſte. „Sie vereinigt in ſich die ganze Geſchichte der Erhebungs-Inſeln. Seit vollen 2000 Jahren, ſo weit Geſchichte und Tradition reicht, haben die Verſuche[1] der Natur nicht aufgehört, in der Mitte des Erhebungs-Kraters einen Vulkan zu bilden." Aehnliche inſulare Hebungen, und dazu noch faſt in regelmäßiger Wiederkehr von 80 oder 90 Jahren[2], offenbaren ſich bei der Inſel San Miguel in der Gruppe der Azoren; doch iſt der Meeresgrund hier nicht ganz an denſelben Punkten gehoben worden. Die von Capitän Tillard benannte Inſel Sabrina iſt leider zu einer Zeit erſchienen (30 Januar 1811), wo der politiſche Zuſtand der ſeefahrenden Völker im Weſten von Europa wiſſenſchaftlichen Inſtituten nicht erlaubt hat dieſem großen Ereigniß die

Aufmerkſamkeit zu ſchenken, welche ſpäter, in dem Meere von Sicilien (2 Juli 1831), der neuen und bald wieder zertrümmerten Feuerinſel Ferdinandea, zwiſchen der Kalkſtein-Küſte von Sciacca und der rein vulkaniſchen Pantellaria, zu Theil wurde.[3]

Die geographiſche Vertheilung der Vulkane, welche in hiſtoriſchen Zeiten thätig geblieben ſind, hat bei der großen Zahl von Inſel- und Küſten-Vulkanen, wie bei den noch immer ſich von Zeit zu Zeit, wenn auch nur ephemer, darbietenden Ausbrüchen im Meeresgrunde, früh den Glauben erzeugt: als ſtehe die vulkaniſche Thätigkeit in Verbindung mit der Nähe des Meeres, als könne ſie ohne dieſelbe nicht fortdauern. „Viele Jahrhunderte ſchon", ſagt Juſtinus[4], oder vielmehr Trogus Pompejus, dem er nachſchreibt, „brennen der Aetna und die Aeoliſchen Inſeln; und wie wäre dieſe lange Dauer möglich, wenn nicht das nahe Meer dem Feuer Nahrung gäbe?" Um die Nothwendigkeit der Meeresnähe zu erklären, hat man ſelbſt in den neueren Zeiten die Hypotheſe des Eindringens des Meerwaſſers in den Heerd der Vulkane, d. h. in tiefliegende Erdſchichten, aufgeſtellt. Wenn ich alles zuſammenfaſſe, was ich der eignen Anſchauung oder fleißig geſammelten Thatſachen entnehmen kann, ſo ſcheint mir in dieſer verwickelten Unterſuchung alles auf den Fragen zu beruhen: ob die unläugbar große Maſſe von Waſſerdämpfen, welche die Vulkane, ſelbſt im Zuſtande der Ruhe, aushauchen, dem mit Salzen geſchwängerten Meerwaſſer oder nicht vielmehr den ſogenannten ſüßen Meteorwaſſern ihren Urſprung verdanken; ob bei verſchiedener Tiefe des vulkaniſchen Heerdes (z. B. bei einer Tiefe von 88000 Fuß,

wo die Expanſivkraft des Waſſerdampfes an 2800 Atmoſphären beträgt) die Expanſivkraft der erzeugten Dämpfe dem hydroſtatiſchen Drucke des Meeres das Gleichgewicht halten und den freien Zutritt des Meeres zu dem Heerde unter gewiſſen Bedingungen[5] geſtatten könne; ob die vielen metalliſchen Chlorüren, ja die Entſtehung des Kochſalzes in den Kraterſpalten, ob die oftmalige Beimiſchung von Hydrochlor-Säure in den Waſſerdämpfen nothwendig auf jenen Zutritt des Meerwaſſers ſchließen laſſen; ob die Ruhe der Vulkane (die temporäre, oder die endliche und völlige Ruhe) von der Verſtopfung der Canäle abhange, welche vorher die Meer- oder Meteorwaſſer zuführten: oder ob nicht vielmehr der Mangel von Flammen und von ausgehauchtem Hydrogen (das geſchwefelte Waſſerſtoffgas iſt mehr den Solfataren als den thätigen Vulkanen eigen) mit der Annahme großer Maſſen zerſetzten Waſſers in offenbarem Widerſpruch ſtehe?

Die Erörterung ſo wichtiger phyſikaliſcher Fragen gehört nicht in den Entwurf eines Naturgemäldes. Wir verweilen hier bei der Angabe der Erſcheinungen, bei dem Thatſächlichen in der geographiſchen Vertheilung der noch entzündeten Vulkane. Dieſe lehrt, daß in der Neuen Welt drei derſelben: der Jorullo, der Popocatepetl und der Volcan de la Fragua, 20, 33 und 39 geographiſche Meilen von der Meeresküſte entfernt ſind; ja daß in Central-Aſien, worauf Abel-Rémuſat[6] die Geognoſten zuerſt aufmerkſam gemacht hat, eine große vulkaniſche Gebirgskette, der Thian-ſchan (Himmelsgebirge), mit dem lavaſpeienden Pe-ſchan, der Solfatare von Urumtſi und dem noch brennenden Feuerberge (Ho-tſcheu) von Turfan, faſt in gleicher

Entfernung (370—382 Meilen) von dem Littoral des Eismeeres und dem des indiſchen Oceans liege. Der Abſtand des Pe-ſchan vom caſpiſchen Meere iſt auch noch volle 340 Meilen; von den großen Seen Iſſikul und Balkaſch iſt er 43 und 52 Meilen[7]. Merkwürdig ſcheint dabei, daß ſich von den vier großen parallelen Gebirgsketten: dem Altai, dem Thian-ſchan, dem Kuen-lün und dem Himalaya, welche den aſiatiſchen Continent von Oſten nach Weſten durchſtreichen, nicht die einem Ocean nähere Gebirgskette (der Himalaya), ſondern die zwei inneren (der Thian-ſchan und Kuen-lün), in 400 und 180 Meilen Entfernung vom Meere, feuerſpeiend: wie der Aetna und Veſuv, Ammoniak erzeugend: wie die Vulkane von Guatemala gezeigt haben. Die chineſiſchen Schriftſteller beſchreiben auf das unverkennbarſte in den Rauch- und Flammenausbrüchen des Pe-ſchan, welche im erſten und ſiebenten Jahrhunderte unſerer Zeitrechnung die Umgegend verheerten, 10 Li lange *Lavaſtröme*. „Brennende Steinmaſſen", ſagen ſie, „floſſen dünn wie geſchmolzenes Fett." Die hier zuſammengedrängten, bisher nicht genug beachteten Thatſachen machen es wahrſcheinlich, daß Meeresnähe und das Eindringen von Meerwaſſer in den Heerd der Vulkane nicht unbedingt nothwendig zum Ausbrechen des unterirdiſchen Feuers ſei; und daß das Littoral dieſes Ausbrechen wohl nur deshalb befördere, weil es den Rand des tiefen Meerbeckens bildet: welches, von Waſſerſchichten bedeckt, einen geringeren Widerſtand leiſtet und viele tauſend Fuß tiefer liegt als das innere und höhere Feſtland.

Die jetzt thätigen, durch permanente Krater gleichzeitig mit dem Inneren des Erdkörpers und mit dem Luftkreiſe

communicirenden Vulkane haben ſich zu einer ſo ſpäten Epoche eröffnet, daß damals die oberſten Kreideſchichten und alle Tertiär-Gebilde ſchon vorhanden waren. Dies bezeugen die Trachyt-Eruptionen, auch die Baſalte, welche oft die Wände der Erhebungs-Krater bilden. Melaphyre reichen bis in die mittleren Tertiärſchichten, fangen aber ſchon an ſich zu zeigen unter der Jura-Formation, indem ſie den bunten Sandſtein durchbrechen.[8] Mit den jetzt durch Krater thätigen Vulkanen ſind die früheren Ergießungen von Granit, Quarz-Porphyr und Euphotide auf offnen, ſich bald wieder ſchließenden Spalten (Gängen) im alten Uebergangs-Gebirge nicht zu verwechſeln.

Das Erlöſchen der vulkaniſchen Thätigkeit iſt entweder ein nur partielles: ſo daß in derſelben Gebirgskette das unterirdiſche Feuer einen anderen Ausweg ſucht; oder ein totales: wie in der Auvergne; ſpätere Beiſpiele liefern, in ganz hiſtoriſcher Zeit: der Vulkan Moſychlos[9] auf der dem Hephäſtos geweihten Inſel, deſſen „emporwirbelnde Flammengluth" noch Sophocles kannte; und der Vulkan von Medina, welcher nach Burckhardt noch am 2 November 1276 einen Lavaſtrom ausſtieß. Jedes Stadium der vulkaniſchen Thätigkeit, von ihrer erſten Regung bis zu ihrem Erlöſchen, iſt durch eigene Producte charakteriſirt: zuerſt durch feurige Schlacken, durch Trachyt-, Pyroxen- und Obſidian-Laven in Strömen, durch Rapilli und Tuff-Aſche unter Entwickelung vieler, meiſt reiner Waſſerdämpfe; ſpäter, als Solfatare, durch Waſſerdämpfe, gemiſcht mit Schwefel-Waſſerſtoffgas und mit Kohlenſäure; endlich bei völligem Erkalten durch kohlenſaure Exhalationen allein. Ob die wunderbare Claſſe von Feuerbergen, die keine Lava, ſondern nur furchtbar

verheerende heiße Waſſerſtröme [10], angeſchwängert mit brennendem Schwefel und zu Pulver zerfallenem Geſtein, ausſtoßen (z. B. der Galunggung auf Java), einen Normal-Zuſtand oder nur eine gewiſſe vorübergehende Modification des vulkaniſchen Proceſſes offenbaren; bleibt ſo lange unentſchieden, als ſie nicht von Geognoſten beſucht werden, welche zugleich mit den Kenntniſſen der neueren Chemie ausgerüſtet ſind.

Dies iſt die allgemeinſte Schilderung der Vulkane, eines ſo wichtigen Theils des Erdenlebens, welche ich hier zu entwerfen verſucht habe. Sie gründet ſich theilweiſe auf meine eigenen Beobachtungen, in der Allgemeinheit ihrer Umriſſe aber auf die Arbeiten meines vieljährigen Freundes, Leopolds von Buch: des größten Geognoſten unſeres Zeitalters, welcher zuerſt den inneren Zuſammenhang der vulkaniſchen Erſcheinungen und ihre gegenſeitige Abhängigkeit von einander nach ihren Wirkungen und räumlichen Verhältniſſen erkannt hat.

Die Vulcanicität, d. h. die Reaction des Inneren eines Planeten auf ſeine äußere Rinde und Oberfläche, iſt lange Zeit nur als ein iſolirtes Phänomen, in der zerſtörenden Wirkung ihrer finſtern unterirdiſchen Gewalten betrachtet worden; erſt in der neueſten Zeit hat man angefangen, zum größten Vortheil einer anf phyſikaliſche Analogien gegründeten Geognoſie, die vulkaniſchen Kräfte als neue Gebirgsarten bildend oder als ältere Gebirgsarten umwandelnd zu betrachten. Hier iſt der ſchon früher angedeutete Punkt, wo eine tiefer ergründete Lehre von der Thätigkeit brennender oder Dämpfe ausſtrömender Vulkane uns in dem allgemeinen Natur-

gemälde auf Doppelwegen: einmal zu dem mineralogiſchen Theile der Geognoſie (Lehre vom Gewebe und von der Folge der Erdſchichten), dann zu der Geſtaltung der über dem Meeresſpiegel gehobenen Continente und Inſelgruppen (Lehre von der geographiſchen Form und den Umriſſen der Erdtheile) leitet. Die erweiterte Einſicht in eine ſolche Verkettung von Erſcheinungen iſt eine Folge der philoſophiſchen Richtung, welche die ernſten Studien der Geognoſie ſo allgemein genommen haben. Größere Ausbildung der Wiſſenſchaften leitet, wie die politiſche Ausbildung des Menſchengeſchlechts, zur Einigung deſſen, was lange getrennt blieb.

Wenn wir die Gebirgsarten nicht nach Unterſchieden der Geſtaltung und Reihung in geſchichtete und ungeſchichtete, ſchiefrige und maſſige, normale und abnorme eintheilen: ſondern den Erſcheinungen der Bildung und Umwandlung nachſpüren, welche noch jetzt unter unſeren Augen vorgehen; ſo finden wir einen vierfachen Entſtehungs-Proceß der Gebirgsarten: 1) Eruptions-Geſtein aus dem Innern der Erde: vulkaniſch-geſchmolzen, oder in weichem, mehr oder minder zähem Zuſtande plutoniſch ausgebrochen; 2) Sediment-Geſtein: aus einer Flüſſigkeit, in der die kleinſten Theile aufgelöſt waren oder ſchwebten, an der Oberfläche der Erdrinde niedergeſchlagen und abgeſetzt (der größere Theil der Flöz- und Tertiär-Gruppe); 3) umgewandeltes (metamorphoſirtes) Geſtein: verändert in ſeinem inneren Gewebe und ſeiner Schichtenlage entweder durch Contact und Nähe eines plutoniſchen oder vulkaniſchen (endogenen [11]) Ausbruchs-Geſteins; oder, was wohl häufiger der Fall iſt, verändert

durch dampfartige Sublimation von Stoffen[12], welche das heiß-flüſſige Hervortreten gewiſſer Eruptions-Maſſen begleitet; 4) Conglomerate, grob- oder feinkörnige Sandſteine, Trümmergeſteine, aus mechaniſch zertheilten Maſſen der drei vorigen Gattungen zuſammengeſetzt.

Die vierfachen Geſtein-Bildungen, welche noch gegenwärtig fortſchreiten: durch Erguß vulkaniſcher Maſſen als ſchmaler Lavaſtröme, durch Einwirkung dieſer Maſſen auf früher erhärtete Geſteine, durch mechaniſche Abſcheidung oder chemiſche Niederſchläge aus den mit Kohlenſäure geſchwängerten tropfbaren Flüſſigkeiten, endlich durch Verkittung zertrümmerter, oft ganz ungleichartiger Felsarten; ſind Erſcheinungen und Bildungsproceſſe, die gleichſam nur als ein ſchwacher Abglanz von dem zu betrachten ſein möchten, was bei intenſiverer Thätigkeit des Erdenlebens in dem chaotiſchen Zuſtande der Urwelt, unter ganz andern Bedingungen des Druckes und einer erhöhten Temperatur, ſowohl der ganzen Erdrinde als des mit Dämpfen überfüllten und weit ausgedehnteren Luftkreiſes, geſchehen iſt. Wenn jetzt: wo in der feſteren Erdrinde vormals offene, mächtige Spalten durch gehobene, gleichſam herausgeſchobene Gebirgsketten oder durch gangartig ſich eindrängende Eruptions-Geſteine (Granit, Porphyr, Baſalt, Melaphyr) mannigfach erfüllt und verſtopft ſind, auf Flächenräumen ſo groß als Europa kaum vier Oeffnungen (Vulkane) übrig geblieben ſind, durch welche Feuer- und Geſtein-Ausbrüche geſchehen; ſo waren vormals in der vielgeſpaltenen, dünneren, auf- und abwärts wogenden Erdrinde faſt überall Communicationswege zwiſchen dem geſchmolznen Inneren und der Atmoſphäre vorhanden. Gasartige

Ausſtrömungen, aus ſehr ungleichen Tiefen emporſteigend und deshalb chemiſch verſchiedene Stoffe führend, belebten die plutoniſchen Bildungs- und Umwandlungs-Proceſſe. Auch die Sediment-Formationen, Niederſchläge aus tropfbaren Flüſſigkeiten, die wir als Travertino-Schichten bei Rom wie bei Hobarttown in Auſtralien aus kalten und warmen Quell- und Flußwaſſern ſich täglich bilden ſehen, geben nur ein ſchwaches Bild von dem Entſtehen der Flözformationen. Unſre Meere, durch Proceſſe, die noch nicht allgemein und genau genug unterſucht worden ſind, bauen allmälig durch Niederſchlag, durch Anſchwemmung und Verkittung (ſiciliſche Küſten, Inſel Aſcenſion, König-Georgs-Sund in Auſtralien) kleine Kalkſtein-Bänke auf, deren Härte freilich an einzelnen Punkten faſt der des Marmors von Carrara gleichkommt[13]. An den Küſten der antilliſchen Inſeln enthalten dieſe Bildungen des jetzigen Oceans Töpfe, Werkzeuge des menſchlichen Kunſtfleißes, ja (auf Guadeloupe) ſelbſt menſchliche Skelette vom Caraiben-Stamme. Die Neger der franzöſiſchen Colonien bezeichnen dieſe Formation mit dem Ausdruck Gottesmauerwerk: maçonne-bon-Dieu[14]. Eine kleine Oolithen-(Rogenſtein-) Schicht, welche trotz ihrer Neuheit an Jura-Kalkſtein erinnert, iſt auf der canariſchen Inſel Lancerote für ein Erzeugniß des Meeres und der Seeſtürme erkannt worden.[15]

Die zuſammengeſetzten Gebirgsarten ſind beſtimmte Aſſociationen gewiſſer oryctognoſtiſch einfacher Foſſilien (Feldſpathe, Glimmer, feſte Kieſelſäure, Augit, Nephelin). Sehr ähnliche, aus denſelben Elementen beſtehende, aber anders gruppirte Gebirgsarten werden durch vulkaniſche Proceſſe unter unſeren Augen wie in der Vorzeit erzeugt.

Die Unabhängigkeit der Gebirgsarten von räumlichen, geographiſchen Verhältniſſen iſt ſo groß, daß, wie wir ſchon oben[16] bemerkt, nördlich und ſüdlich vom Aequator, in den fernesten Zonen, der Geognoſt über ihr ganz heimiſches Anſehen, über die Wiederholung der kleinſten Eigenheiten in der periodiſchen Reihenfolge ſiluriſcher Schichten, in der Wirkung des Contactes mit augitiſchen Eruptionsmaſſen erſtaunt.

Treten wir nun der Anſicht von vier Entſtehungsformen der Gebirgsarten (vier Phaſen der Bildungs-Zuſtände) näher, in welchen ſich uns die geſchichteten und ungeſchichteten Theile der Erdrinde zeigen; ſo nennen wir in dem endogenen oder Eruptions-Geſtein, dem ſogenannten maſſigen und abnormen der neueren Geognoſten, als unmittelbare Erzeugniſſe unterirdiſcher Thätigkeit folgende Hauptgruppen:

Granit und Syenit von ſehr verſchiedenem relativen Alter; doch häufig der Granit neueren Urſprunges, den Syenit[17] gangartig durchſetzend: dann alſo die treibende, hebende Kraft. „Wo der Granit inſelförmig als große Maſſe, als ſanft gewölbtes Ellipſoid auftritt: ſei es am Harz, oder in Myſore, oder im unteren Peru; da iſt er mit in Blöcke zerſprengten Schalen bedeckt. Ein ſolches Felſen-Meer verdankt wahrſcheinlich ſeinen Urſprung einer Zuſammenziehung der anfänglich mit großer Ausdehnung aufſteigenden Oberfläche des Granitgewölbes.“[18] Auch im nördlichen Aſien[19]: in der reizenden, romantiſchen Umgebung des Kolivan-Sees am nordweſtlichen Abhange des Altai, wie am Abfall der Küſtenkette von Caracas bei las

Trincheras[20] habe ich Abtheilung des Granits in Bänken geſehen, die wohl ähnlichen Zuſammenziehungen ihren Urſprung verdanken, aber tief in das Innere einzudringen ſcheinen. Weiter im Süden vom See Kolivan, gegen die Grenze der chineſiſchen Provinz Ili hin (zwiſchen Buchtarminſk und dem Fluſſe Narym), ſind die Geſtaltungen des ganz ohne Gneiß auftretenden Eruptions-Geſteins auffallender, als ich ſie in irgend einem Erdtheile geſehen. Der Granit, an der Oberfläche immer ſchalig und durch tafelförmige Abſonderung charakteriſirt, ſteigt in der Steppe bald in kleinen, kaum 6 bis 8 Fuß hohen, halbkugelförmigen Hügeln; bald in baſalt-ähnlichen Kuppen auf, die am Fuße zu zwei entgegengeſetzten Seiten wie in ſchmale mauerförmige Ergießungen ausgehen.[21] In den Cataracten des Orinoco, wie am Fichtelgebirge (Seißen), in Galicien, und zwiſchen der Südſee und der Hochebene von Mexico (an dem Papagallo) habe ich den Granit in großen abgeplatteten Kugeln geſehen, die wie Baſalt ſich in concentriſch abgeſonderte Stücke ſpalten. Im Irtyſch-Thale zwiſchen Buchtarminſk und Uſt-Kamenogorſk bedeckt der Granit eine Meile lang den Uebergangs-Thonſchiefer[22]; und dringt in denſelben von oben in ſchmalen, vielgetheilten, ſich auskeilenden Gängen ein. Ich habe dieſe Einzelheiten beiſpielsweiſe nur deshalb angeführt, um an einer weit verbreiteten Gebirgsart den individuellen Charakter der Eruptions-Geſteine zu bezeichnen. So wie der Granit in Sibirien und im Departement de Finisterre (Ile de Mihau) den Schiefer, ſo bedeckt er in den Bergen von Oiſons (Fermonts) den

Jura-Kalkſtein, in Sachſen bei Weinböhla den Syenit und mittelſt dieſes Geſteins die Kreide [23]. Im Ural bei Murſinſk iſt der Granit druſig; und dieſe Druſen ſind, wie bei Spalten und Druſen neuer vulkaniſcher Erzeugniſſe, der plutoniſche Sitz vieler prachtvollen Kryſtalle, beſonders von Beryllen und Topaſen.

Quarz-Porphyre, den Lagerungsverhältniſſen nach oft gangförmiger Natur. Die ſogenannte Grundmaſſe iſt meiſt ein feinkörniges Gemenge derſelben Elemente, welche als größere eingewachſene Kryſtalle auftreten. Im granitartigen Porphyr, der ſehr arm an Quarz iſt, wird die feldſpathartige Grundmaſſe faſt körnig blättrig. [24]

Grünſteine, Diorite, körnige Gemenge von weißem Albit und ſchwärzlich-grüner Hornblende, zu Diorit-Porphyren geſtaltet, wenn eine Grundmaſſe von dichterem Gewebe vorhanden iſt, in der die Kryſtalle ausgeſchieden liegen. Dieſe Grünſteine: bald rein, bald durch Diallage-Blätter, die ſie einſchließen (Fichtelgebirge), in Serpentin übergehend, ſind bisweilen lagerartig auf den alten Schichtungsklüften des grünen Thonſchiefers in dieſen eingedrungen; öfters aber durchſetzen ſie gangartig das Geſtein, oder erſcheinen als Grünſtein-Kugeln, ganz den Baſalt- und Porphyr-Kugeln analog. [25]

Hyperſthen-Fels, ein körniges Gemenge von Labrador und Hyperſthen.

Euphotid und Serpentin, ſtatt des Diallags bisweilen Augit- und Uralit-Kryſtalle enthaltend und ſo einem anderen häufigeren, und ich möchte ſagen noch

thätigeren Eruptions-Geſtein, dem Augit-Porphyr, nahe verwandt. [26]

Melaphyr, Augit-, Uralit- und Oligoklas-Porphyre. Zu letzteren gehört der als Kunſtmaterial ſo berühmte ächte Verde antico.

Baſalt mit Olivin und in Säuren gelatinirenden Beſtandtheilen, Phonolith (Porphyrſchiefer), Trachyt und Dolerit; das zweite dieſer Geſteine immer, das erſte nur theilweiſe in dünne Tafeln geſpalten: was beiden auf großen Strecken das Anſehen der Schichtung giebt. In der Zuſammenſetzung und dem innigen Gewebe des Baſalts bilden, nach Girard, Meſotyp und Nephelin einen wichtigen Theil. Der Nephelin-Gehalt des Baſaltes mahnt den Geognoſten an den, mit Granit verwechſelten, bisweilen zirkonhaltigen Miaſcit des Ilmen-Gebirges im Ural [27], wie an den von Gumprecht aufgefundenen Pyroxen-Nephelin bei Löbau und Chemnitz.

Zu der zweiten Claſſe der Entſtehungsformen, dem Sediment-Geſtein, gehört der größere Theil der Formationen, welche man unter den alten, ſyſtematiſchen, aber nicht gar correcten Benennungen von Uebergangs-, Flöz- oder Secundär- und Tertiär-Formationen begreift. Wenn das Eruptions-Geſtein nicht ſeinen hebenden, und bei gleichzeitigem Erbeben der Erde ſeinen erſchütternden Einfluß auf dieſe Sedimentbildungen ausgeübt hätte, ſo würde die Oberfläche unſres Planeten aus gleichförmig horizontal über einander gelagerten Schichten beſtehn. Von allen Gebirgszügen entblößt, an deren Abhang im Pflanzenwuchſe und in den Abſtufungen der Arten ſich

die Scale verminderter Luftwärme maleriſch abſpiegelt; nur hier und da durch Eroſionsthäler gefurcht, oder durch kleine Anhäufungen von Schuttland, als Wirkung der ſchwach bewegten ſüßen Waſſer, zu ſanften Wellen geunebnet: würden die Continente von Pol zu Pol, unter allen Himmelsſtrichen, das traurig einförmige Bild der ſüdamerikaniſchen Llanos oder der nord-aſiatiſchen Steppen darbieten. Wie in dem größeren Theile von dieſen, würden wir das Himmelsgewölbe auf der Ebene ruhen, und die Geſtirne aufſteigen ſehen, als erhöben ſie ſich aus dem Schooße des Meeres. Ein ſolcher Zuſtand der Dinge kann aber auch in der Vorwelt wohl nie von beträchtlicher Dauer und von räumlicher Allgemeinheit geweſen ſein, da die unterirdiſchen Mächte ihn in allen Natur-Epochen zu verändern ſtrebten.

Sedimentſchichten ſind niedergeſchlagen oder abgeſetzt aus tropfbaren Flüſſigkeiten, je nachdem die Stoffe vor der Bildung, ſei es des Kalkſteins, ſei es des Thonſchiefers, entweder als chemiſch aufgelöſt oder als ſchwebend und beigemengt gedacht werden. Auch wenn Erdarten aus kohlenſäuerten Flüſſigkeiten ſich niederſchlagen, iſt doch, während der Präcipitation, ihr Niederſinken und ihre Anhäufung in Schichten als ein mechaniſcher Hergang der Bildung zu betrachten. Dieſe Anſicht iſt von einiger Wichtigkeit bei der Umhüllung organiſcher Körper in verſteinerungsführenden Kalkflözen. Die älteſten Sedimente der Tranſitions- und Secundär-Formationen haben ſich wahrſcheinlich aus mehr oder minder heißen Waſſern gebildet: zu einer Zeit, wo die Wärme der oberen Erdrinde noch ſehr beträchtlich war. In dieſer Hinſicht

hat gewiſſermaßen auch bei den Sedimentſchichten, beſonders bei den älteſten, eine plutoniſche Einwirkung ſtatt gefunden; aber dieſe Schichten ſcheinen ſchlammartig in ſchiefriger Structur und unter großem Drucke erhärtet: nicht, wie das dem Inneren entſtiegene Geſtein (Granit, Porphyr oder Baſalt), durch Abkühlung erſtarrt zu ſein. Als die allmälig minder heißen Urwaſſer aus der mit Dämpfen und kohlenſaurem Gas überſchwängerten Atmoſphäre das letztere Gas in reichlichem Maaße ſich aneignen konnten, wurde die Flüſſigkeit geeignet eine größere Maſſe von Kalkerde aufgelöſt zu enthalten.

Die Sedimentſchichten, von denen wir hier alle anderen exogenen, rein mechaniſchen Niederſchläge von Sand- oder Trümmergeſtein trennen, ſind:

Schiefer des unteren und oberen Uebergangs-Gebirges, aus den siluriſchen und devoniſchen Formaticnen zuſammengeſetzt: von den unteren ſiluriſchen Schichten an, die man einſt cambriſch nannte, bis zu der oberſten, an den Bergkalk grenzenden Schicht des alten rothen Sandſteins oder der devoniſchen Gebilde;

Steinkohlen-Ablagerungen;

Kalkſteine, den Uebergangs-Formationen und dem Kohlen-Gebirge eingeſchichtet; Zechſtein, Muſchelkalk, Jura-Formation und Kreide, auch der nicht als Sandſtein und Agglomerat auftretende Theil der Tertiär-Gebilde;

Travertino, Süßwaſſer-Kalkſtein, Kieſelguhren heißer Quellen; Bildungen, nicht unter dem Druck großer pelagiſcher Waſſerbedeckungen, ſondern faſt an der Luft in untiefen Sümpfen und Bächen erzeugt;

Infuſorienlager: eine geognoſtiſche Erſcheinung, deren große Bedeutung, den Einfluß der organiſchen Thätigkeit auf die Bildung der Erdfeſte bezeichnend, erſt in der neueſten Zeit von meinem geiſtreichen Freunde und Reiſegefährten Ehrenberg entdeckt worden iſt.

Wenn wir in dieſer kurzen, aber überſichtlichen Betrachtung der mineraliſchen Beſtandtheile der Erdrinde auf das einfache Sediment-Geſtein nicht unmittelbar die, theilweiſe ebenfalls ſedimentartig aus tropfbaren Flüſſigkeiten abgeſetzten und im Flöz- und Uebergangs-Gebirge ſowohl dem Schiefer als dem Kalkſtein mannigfaltig eingelagerten Agglomerate und Sandſtein-Bildungen folgen laſſen; ſo geſchieht es nur, weil dieſe, neben den Trümmern des Eruptions- und Sediment-Geſteins, auch Trümmer von Gneiß, Glimmerſchiefer und anderen metamorphiſchen Maſſen enthalten. Der dunkle Proceß und die Wirkung dieſer Umwandelung (Metamorphoſe) müſſen demnach ſchon die dritte Claſſe der Entſtehungsformen bilden.

Das endogene oder Eruptions-Geſtein (Granit, Porphyr und Melaphyr) wirkt, wie mehrmals bemerkt worden iſt, nicht bloß dynamiſch, erſchütternd oder hebend, die Schichten aufrichtend und ſeitwärts ſchiebend; ſein Hervortreten bewirkt auch Veränderungen in der chemiſchen Zuſammenſetzung der Stoffe wie in der Natur des inneren Gewebes. Es entſtehen neue Gebirgsarten: Gneiß und Glimmerſchiefer, und körniger Kalkſtein (Marmor von Carrara und Paros). Die alten ſiluriſchen oder devoniſchen Tranſitions-Schiefer, der Belemniten-Kalkſtein der Tarantaiſe, der ſeetang-haltige graue unſcheinbare Macigno (Kreide-Sandſtein) der

nördlichen Apenninen ſind, nach ihrer Umwandlung, in einem neuen, oft glänzenden Gewande ſchwer zu erkennen. Der Glaube an die Metamorphoſe hat ſich erſt befeſtigen können, ſeitdem es geglückt iſt den einzelnen Phaſen der Veränderung ſchrittweiſe zu folgen, und durch directe chemiſche Verſuche, bei Verſchiedenheit des Schmelzgrades, des Druckes und der Zeit des Erkaltens, den Inductionsſchlüſſen zu Hülfe zu kommen. Wo nach leitenden Ideen[28] das Studium chemiſcher Verbindungen erweitert wird, kann auch aus den engen Räumen unſrer Laboratorien ſich ein helles Licht über das weite Feld der Geognoſie, über die große unterirdiſche, Geſtein bildende und Geſtein umwandelnde Werkſtätte der Natur verbreiten. Der philoſophiſche Forſcher entgeht der Täuſchung ſcheinbarer Analogien, einer kleinlichen Anſicht der Naturproceſſe, wenn er ununterbrochen die Complication der Bedingungen im Auge hat, welche mit ihrer intenſiven, ungemeſſenen Kraft in der Urwelt die gegenſeitige Wirkung einzelner uns wohlbekannten Stoffe modificiren konnten. Die unzerſetzten Körper haben gewiß zu allen Zeiten denſelben Anziehungskräften gehorcht; und da, wo jetzt Widerſprüche ſich finden, wird (es iſt meine innigſte Ueberzeugung) die Chemie meiſt ſelbſt den nicht in gleichem Maaße erfüllten Bedingungen auf die Spur kommen, welche jene Widerſprüche erzeugten.

Genaue, große Gebirgsſtrecken umfaſſende Beobachtungen erweiſen, daß das Eruptions-Geſtein nicht als eine wilde, geſetzlos wirkende Macht auftritt. In den entfernteſten Weltgegenden ſieht man oft Granit, Baſalt oder das Diorit-Geſtein bis in die einzelnſten Kraftäußerungen gleichmäßig auf die Schichten des Tonſchiefers und des dichten

Kalkes, auf die Quarzkörner des Sandſteins ihre umwandelnde Wirkung ausüben. Wie dieſelbe endogene Gebirgsart faſt überall dieſelbe Art der Thätigkeit übt, ſo zeigen dagegen verſchiedene Gebirgsarten, derſelben Claſſe der endogenen oder Eruptions-Gebilde zugehörig, einen ſehr verſchiedenen Charakter. Intenſive Wärme hat allerdings in allen dieſen Erſcheinungen gewirkt; aber die Grade der Flüſſigkeit (vollkommnerer Verſchiebbarkeit der Theile oder zäheren Zuſammenhanges) ſind im Granit und im Baſalt ſehr ungleich geweſen: ja in verſchiedenen geologiſchen Epochen (Phaſen der Umwandlungen der Erdrinde) ſind auch gleichzeitig mit dem Ausbruche von Granit, Baſalt, Grünſtein-Porphyr oder Serpentin andere und andere im Dampf aufgelöſte Stoffe aus dem eröffneten Innern aufgeſtiegen. Es iſt hier der Ort, von neuem daran zu erinnern, daß nach den ſinnigen Anſichten der neueren Geognoſie die Metamorphoſe des Geſteins ſich nicht auf ein bloßes Contact-Phänomen, auf eine Wirkung der Appoſition zweier Gebirgsarten beſchränkt, ſondern daß ſie genetiſch alles umfaßt, was das Hervortreten einer beſtimmten Eruptions-Maſſe begleitet hat. Da, wo nicht unmittelbare Berührung ſtatt findet, bringt ſchon die Nähe einer ſolchen Maſſe Modificationen der Erhärtung, der Verkieſelung, des Körnig-Werdens, der Kryſtallbildung hervor.

Alles Eruptions-Geſtein dringt zu Gängen veräſtelt in die Sedimentſchichten oder in andere, ebenfalls endogene Maſſen ein; aber der Unterſchied, der ſich zwiſchen plutoniſchen [29] Gebirgsarten (Granit, Porphyr, Serpentin) und den im engeren Sinne vulkaniſch genannten (Trachyt, Baſalt, Lava) offenbart, iſt von beſonderer Wichtigkeit. Die

Gebirgsarten, welche die dem Erdkörper übrig gebliebene Thätigkeit unſrer jetzigen Vulkane erzeugt, erſcheinen in bandartigen Strömen: die da, wo mehrere in Becken zuſammenfließen, allerdings ein weit ausgebreitetes Lager bilden können. Baſalt-Ausbrüche, wo ihnen tief nachgeſpürt worden iſt, hat man mehrmals in ſchmale Zapfen endigen ſehen. Aus engen Oeffnungen emporgequollen: wie (um nur drei vaterländiſche Beiſpiele anzuführen) in der Pflaſterkaute bei Markſuhl (2 Meilen von Eiſenach), in der blauen Kuppe bei Eſchwege (Werra-Ufer), und am Druidenſtein auf dem Hollerter Zuge (Siegen): durchbricht der Baſalt bunten Sandſtein und Grauwacken-Schiefer; und breitet ſich nach oben zu wie der Hut eines Pilzes in Kuppen aus, die bald gruppenweiſe in Säulen geſpalten, bald dünn geſchichtet ſind. Nicht ſo Granit, Syenit, Quarzporphyr, Serpentinfels, und die ganze Reihe ungeſchichteter maſſiger Gebirgsarten, welchen man aus Vorliebe zu einer mythologiſchen Nomenclatur den Namen der plutoniſchen gegeben hat. Dieſe ſind, einige Geſteingänge abgerechnet, wohl nicht geſchmolzen, ſondern nur zäh und erweicht hervorgetreten; nicht aus engen Klüften, ſondern aus weiten thalartigen Spalten, aus langgedehnten Schlünden ausgebrochen. Sie ſind hervorgeſchoben, nicht entfloſſen; ſie zeigen ſich nicht in Strömen, lavaartig, ſondern als mächtige Maſſen verbreitet.[30] In dem Dolerit und Trachyt-Geſtein deuten einige Gruppen auf einen Grad baſaltartiger Fluidität; andere, zu mächtigen Glocken und kraterloſen Domen aufgetrieben, ſcheinen bei ihrem Hervortreten nur erweicht geweſen zu ſein. Noch andere Trachyte, wie die der Andeskette, welche ich oft auffallend den ſilberreichen, und dann quarzloſen

Grünſtein- und Syenit-Porphyren verwandt gefunden habe, ſind gelagert wie Granit und Quarzporphyr.

Verſuche[31] über die Veränderungen, welche das Gewebe und die chemiſche Beſchaffenheit der Gebirgsarten durch Feuer erleiden, haben gelehrt, daß die vulkaniſchen Maſſen (Diorit, Augit-Porphyr, Baſalt, und Lava vom Aetna) nach Verſchiedenheit des Drucks, unter dem ſie geſchmolzen werden, oder der Dauer ihrer Abkühlung: entweder, bei ſchnellem Erkalten, ein ſchwarzes Glas von gleichartigem Bruche; oder, bei langſamer Abkühlung, eine ſteinichte Maſſe von körnigem, kryſtalliniſchem Gefüge geben. Die Kryſtalle haben ſich dann theils in Höhlungen, theils von der Grundmaſſe umſchloſſen gebildet. Daſſelbe Material (und dieſe Betrachtung iſt für die Natur des Eruptions-Geſteins oder für die Umwandlungen, welche es erregt, von großer Wichtigkeit) liefert die verſchiedenartigſten Bildungen. Kohlenſaure Kalkerde, unter ſtarkem Drucke geſchmolzen, verliert ihren Gehalt an Kohlenſäure nicht; die erkaltete Maſſe wird körniger Kalkſtein, ſaliniſcher Marmor. So die Kryſtalliſation auf trocknem Wege; auf naſſem Wege entſteht ſowohl Kalkſpath als Aragonit: erſterer bei einem geringeren, letzterer bei einem höheren Wärmegrade.[32] Nach Temperatur-Verſchiedenheiten ordnen ſich anders und anders die feſt werdenden Theile in beſtimmten Richtungen zur Kryſtallbildung an einander, ja es verändert ſich die Form ſelbſt der Kryſtalle[33]. Es giebt dabei, ohne daß ein flüſſiger Zuſtand eintritt, unter gewiſſen Verhältniſſen eine Verſchiebbarkeit[34] der kleinſten Theile eines Körpers, die ſich durch optiſche Wirkungen äußert. Die Erſcheinungen, welche die Entglaſung, die

Erzeugung des Cement- und Gußſtahls, der Uebergang des faſrigen Gewebes des Eiſens in körniges durch erhöhte Temperatur[35], vielleicht ſelbſt durch ſehr kleine, aber gleichmäßige und lange fortgeſetzte Erſchütterungen, darbieten; werfen ebenfalls Licht auf die geologiſchen Proceſſe der Metamorphoſe. Wärme kann in kryſtalliſirten Körpern ſogar entgegengeſetzte Wirkungen gleichzeitig hervorrufen; denn nach Mitſcherlich's ſchönen Verſuchen[36] iſt es eine Thatſache, daß der Kalkſpath, ohne ſeinen Aggregat-Zuſtand zu ändern, ſich in Einer Achſenrichtung ausdehnt, in einer anderen zuſammenzieht.

Wenn wir von dieſen allgemeinen Betrachtungen zu einzelnen Beiſpielen übergehn, ſo ſehen wir zuerſt den Schiefer durch die Nähe plutoniſcher Eruptions-Geſteine in blauſchwarzglänzenden Dachſchiefer umgewandelt. Die Schichtungsklüfte ſind dann, was eine ſpätere Einwirkung andeutet[37], durch ein anderes Syſtem von Klüften (Neben-Abſonderungen), welche die erſteren faſt ſenkrecht ſchneiden, unterbrochen. Durch Eindringen von Kieſelſäure wird der Thonſchiefer von Quarztrümmern durchſetzt, in Wetzſchiefer und Kieſelſchiefer (letzteren bisweilen kohlenſtoffhaltig und dann galvaniſch nervenreizend) theilweiſe verändert. Der höchſte Grad der Verkieſelung[38] des Schiefers iſt aber ein edles Kunſtmaterial, der Band-Jaſpis: im Ural-Gebirge durch Berührung und Ausbruch des Augit-Porphyrs (Orſk), des Diorit-Porphyrs (Auſchkul) oder eines in Kugeln geballten Hyperſthen-Geſteins (Bogoſlowſk) hervorgebracht; auf der Inſel Elba (Monte Serrato) nach Friedrich Hoffmann und im Toſcaniſchen nach Alexander Brongniart durch Contact mit Euphotid und Serpentin.

Die Berührung und plutoniſche Einwirkung des Granits machen (wie wir, Guſtav Roſe und ich, im Altai, innerhalb der Feſtung Buchtarminſk [39] beobachtet haben) den Thonſchiefer körnig und laſſen ihn in eine granitähnliche Maſſe (in ein Gemenge von Feldſpath und Glimmer, in welchem wieder größere Glimmerblätter [40] liegen) übergehen. „Daß zwiſchen dem Eismeere und dem finniſchen Meerbuſen aller Gneiß aus ſiluriſchen Schichten der Transitions-Formation durch Einwirkung des Granits entſtanden und umgewandelt worden iſt, kann jetzt", wie Leopold von Buch ſich ausdrückt, „als eine allen Geognoſten geläufige und von den meiſten für bewährt angenommene Hypotheſe gelten. In den Alpen am Gotthard wird Kreide-Mergel ebenfalls durch Granit erſt zu Glimmerſchiefer, dann zu Gneiß umgewandelt." [41] Aehnliche Erſcheinungen der Gneiß- und Glimmerſchiefer-Bildung durch Granit bieten ſich dar: in der Oolithen-Gruppe der Tarantaiſe [42]: wo Belemniten ſich in Geſteinen gefunden haben, die ſelbſt ſchon auf den Namen des Glimmerſchiefers Anſpruch machen können; in der Schiefergruppe des weſtlichen Theils der Inſel Elba unfern dem Vorgebirge Calamita, und in dem Baireuther Fichtelgebirge [43] zwiſchen Lomitz und Markleiten.

So wie ein den Alten in großen Maſſen nicht zugängliches Kunſtmaterial [44], der Jaſpis, das Erzeugniß einer vulkaniſchen Einwirkung des Augit-Porphyrs iſt; kann ein anderes, von ihnen ſo vielfach und glücklich angewandtes Kunſtmaterial, der körnige (ſaliniſche) Marmor, ebenfalls nur als eine durch Erdwärme und Nähe eines heißen Eruptions-Geſteins veränderte Sedimentſchicht betrachtet werden. Genaue Beobachtung der Contact-Phänomene

und die merkwürdigen Schmelzverſuche von Sir James Hall, die nun ſchon über ein halbes Jahrhundert alt ſind und neben der ernſten Erforſchung der Granitgänge am meiſten zur frühen Begründung unſrer jetzigen Geognoſie beigetragen haben, rechtfertigen eine ſolche Behauptung. Bisweilen hat das Eruptions-Geſtein den dichten Kalk nur in einer gewiſſen, der Berührung nahen Zone in körnigen Kalkſtein verwandelt. So zeigt ſich eine partielle Umwandlung (wie ein Halbſchatten) in Irland (Belfaſt), wo Baſaltgänge die Kreide durchſetzen; ſo in dem dichten Flöz-Kalkſtein, den ein ſyenitartiger Granit an der Brücke von Boscampo und in der durch den Grafen Marzari Pencati berühmt gewordenen Caſcade von Canzocoli (Tyrol) in theilweis gebogenen Schichten [45] berührt. Eine andere Art der Umwandlung iſt die, wo alle Schichten des dichten Kalkſteins durch Einwirkung von Granit, Syenit oder Diorit-Porphyr in körnigen Kalkſtein umgeändert ſind [46].

Es ſei hier erlaubt noch ſpeciell des *pariſchen* und *carrariſchen* Marmors zu erwähnen, welche für die edelſten Werke der Bildhauerkunſt ſo wichtig geworden ſind und unſern geognoſtiſchen Sammlungen nur zu lange als Haupttypen uranfänglichen Kalkſteins gedient haben. Die Wirkungen des Granits offenbaren ſich nämlich theils durch unmittelbare Berührung, wie in den Pyrenäen [47]; theils, wie im Continent von Griechenland und in den Inſelreihen des ägäiſchen Meeres, gleichſam durch die Zwiſchenſchichten von Gneiß oder Glimmerſchiefer hindurch. Beides ſetzt einen gleichzeitigen, aber verſchiedenartigen Proceß der Geſtein-Umwandlung voraus. In Attica, auf Euböa und im Peloponnes iſt bemerkt worden, „daß der Regel

nach der dem Glimmerſchiefer aufgelagerte Kalkſtein um ſo ſchöner und kryſtalliniſcher iſt, als ſich der Glimmerſchiefer ausgezeichnet reiner, d. h. minder thonhaltig, zeigt". Dieſe letzte Gebirgsart, ſo wie auch Gneißſchichten treten an vielen tiefen Punkten von Paros und Antiparos hervor.[48] Wenn nach einer von Origenes erhaltenen Notiz des alten Eleaten Xenophanes von Kolophon[49], der ſich die ganze Erdrinde als einſt vom Meere bedeckt vorſtellte, in den Steinbrüchen von Syracus Verſteinerungen von Seeproducten und in dem tiefſten der Felſen von Paros der „Abdruck von einem kleinen Fiſch" (einer Sardelle) gefunden wurden; ſo könnte man an das Uebrigbleiben einer dort nicht ganz metamorphoſirten Flözſchicht glauben. Der, ſchon vor dem Auguſteiſchen Zeitalter benutzte Marmor von Carrara (Luna), die Hauptquelle des ſtatuariſchen Kunſtmaterials, ſo lange die Brüche von Paros nicht wieder eröffnet werden, iſt eine durch plutoniſche Kräfte umgewandelte Schicht deſſelben Kreide-Sandſteins (macigno), welcher in der inſelförmig aufſteigenden Alp Apuana zwiſchen gneißähnlichem Glimmer und Talkſchiefer auftritt.[50] Ob an einzelnen Punkten auch in dem Innern der Erde förniger Kalk gebildet und, gangartig Spalten ausfüllend (Auerbach an der Bergſtraße), an die Oberfläche durch Gneiß und Syenit[51] emporgedrungen iſt; darüber darf ich mir, ſchon wegen des Mangels eigener Anſicht, kein Urtheil erlauben.

Unter aller Einwirkung eines maſſigen Eruptions-Geſteins auf dichte Kalkſchichten bieten aber, nach Leopolds von Buch ſcharfſinnigen Beobachtungen, den merkwürdigſten Proceß der Metamorphoſe die Dolomitmaſſen,

beſonders im ſüdlichen Tyrol und in dem italiäniſchen Abfall der Alpenkette, dar. Eine ſolche Umwandlung des Kalkſteins geht von Klüften aus, welche denſelben nach allen Richtungen durchſetzen. Die Höhlungen ſind überall mit Rhomboiden von Bitterſpath bedeckt; ja das ganze Gebilde, dann ohne Schichtung und ohne Spur der Verſteinerungen, die es vorher enthielt, beſteht nur aus einer körnigen Anhäufung von Dolomit-Rhomboiden. Talkblätter liegen hier und da vereinzelt in der neu-entſtandenen Gebirgsart, Serpentintrümmer durchſetzen ſie. Im Faſſa-Thale ſteigt der Dolomit ſenkrecht in glatten Wänden von blendender Weiße zu mehreren tauſend Fuß Höhe empor. Er bildet zugeſpitzte Kegelberge, die in großer Zahl neben einander ſtehen, ohne ſich zu berühren. Ihre phyſiognomiſche Geſtaltung erinnert an die lieblich-phantaſtiſche Berglandſchaft, mit welcher Leonardo da Vinci das Bild der Mona Liſa als Hintergrund ſchmückte.

Die geognoſtiſchen Erſcheinungen, welche wir hier ſchildern, regen die Einbildungskraft wie das Nachdenken an; ſie ſind das Werk eines Augit-Porphyrs, der hebend, zertrümmernd und umwandelnd einwirkt.[52] Der Proceß der Dolomitiſirung wird von dem geiſtreichen Forſcher, der zuerſt ihn angedeutet, keinesweges als eine Mittheilung der Talkerde aus dem ſchwarzen Porphyr, ſondern als eine gleichzeitige, das Hervortreten dieſes Ausbruchs-Geſteins auf weiten dampferfüllten Spalten begleitende Veränderung betrachtet. Künftigen Forſchungen bleibt es übrig zu beſtimmen, wie da, wo Dolomit in Schichten zwiſchen Kalkſtein eingelagert iſt, ohne Berührung mit endogenem Geſteine die Umwandlung erfolgt iſt? wo dann die

Zuführungscanäle plutoniſcher Einwirkung verborgen liegen? Vielleicht iſt es auch hier noch nicht nothwendig, zu dem alten römiſchen Ausſpruch ſeine Zuflucht zu nehmen, nach welchem „vieles Gleiche in der Natur auf ganz verſchiedenen Wegen gebildet wird“. Wenn in einem weit ausgedehnten Erdſtriche zwei Erſcheinungen, das Emportreten von Melaphyr, und die Kryſtall- und chemiſche Miſchungs-Veränderung eines dichten Kalkgeſteins, einander immer begleiten; ſo darf man wohl da, wo die zweite Erſcheinung ohne die erſte ſichtbar wird, mit einigem Rechte vermuthen, daß der ſcheinbare Widerſpruch in der Nicht-Erfüllung gewiſſer die verborgene Haupturſach begleitender Bedingungen gegründet iſt. Würde man darum die vulkaniſche Natur, die Feuerflüſſigkeit des Baſalts in Zweifel ziehen, weil ſich einige ſeltene Fälle gezeigt haben, in denen Baſaltgänge: Steinkohlen-Flöze, Sandſtein oder Kreideſchichten durchſetzend, weder die Kohle weſentlich ihres Brennſtoffs beraubt, noch den Sandſtein gefrittet und verſchlackt, noch die Kreide in körnigen Marmor verwandelt haben? Wo in der dunkeln Region der Geſteinbildung ein Dämmerlicht, eine leitende Spur aufgefunden worden, muß man beide nicht darum gleich undankbar verlaſſen, weil in den Verhältniſſen der Uebergänge und der iſolirten Einlagerung zwiſchen unveränderten Schichten noch manches für jetzt unerklärt bleibt.

Nach der Veränderung des dichten kohlenſauren Kalkes in körnigen Kalkſtein und in Dolomit muß hier noch einer dritten Umwandlung deſſelben Geſteins erwähnt werden, welche den in der Urzeit vulkaniſch ausgebrochenen ſchwefelſauren Dämpfen zuzuſchreiben iſt. Dieſe Umwandlung des Kalkes

in Gyps iſt mit dem Eindringen von Steinſalz und Schwefel (letzterem aus ſchwefelhaltigen Waſſerdämpfen niedergeſchlagen) verwandt. In der hohen Andeskette von Quindiu, fern von allen Vulkanen, habe ich auf Klüften im Gneiß dieſen Niederſchlag des Schwefels beobachtet: während Schwefel, Gyps und Steinſalz in Sicilien (Cattolica bei Girgenti) zu den neueſten Secundärſchichten (der Kreide-Formation) [53] gehören. Spalten mit Steinſalz gefüllt, in beträchtlichen, bisweilen einen unerlaubten Handel begünſtigenden Maſſen, habe ich am Veſuv in dem Rande des Kraters ſelbſt geſehen. An beiden Abhängen der Pyrenäen iſt der Zuſammenhang des Diorit- (und Pyroxen-?) Geſteins mit dem Auftreten der Dolomite, des Gypſes und des Steinſalzes nicht zu bezweifeln. [54] Alles verkündigt in den hier geſchilderten Erſcheinungen die Einwirkung unterirdiſcher Mächte auf Sedimentſchichten des alten Meeres.

Die reinen Quarzlager von ungeheurer Mächtigkeit, welche für die Andeskette [55] von Südamerika ſo charakteriſtiſch ſind (ich habe, von Caxamarca gegen Guangamarca hin nach der Südſee herabſteigend, Quarzmaſſen ſieben bis achttauſend Fuß mächtig gefunden), ſind von räthſelhafter Entſtehung; ſie ruhen bald auf quarzloſem Porphyr, bald auf Diorit-Geſtein. Wurden ſie aus Sandſtein umgewandelt, wie Élie de Beaumont es von den Quarzſchichten am Col de la Poiſſonnière [56] (öſtlich von Briançon) vermuthet? In Braſilien, in den neuerlichſt von Clauſen ſo genau unterſuchten Diamant-Diſtricten von Minas Geraes und St. Paul, haben plutoniſche Kräfte auf Dioritgängen bald gewöhnlichen Glimmer, bald Eiſenglimmer in dem Quarz-Itacolumit entwickelt. Die Diamanten von Grammagoa

ſind in Schichten feſter Kieſelſäure enthalten; bisweilen liegen ſie von Glimmerblättchen umhüllt, ganz wie die im Glimmerſchiefer entſtandenen Granaten. Die nördlichſten aller Diamanten: die ſeit 1829 unter 58° Breite, am europäiſchen Abfall des Urals, entdeckten, ſtehen auch in geognoſtiſchen Verhältniſſen zum ſchwarzen kohlenſtoffhaltigen Dolomit [57] von Adolfſkoi, wie zum Augit-Porphyr, welche durch genaue Beobachtungen noch nicht hinlänglich aufgeklärt ſind.

Unter die denkwürdigſten Contact-Phänomene gehört endlich noch die Granatbildung im Thonſchiefer bei Berührung mit Baſalt und Dolerit-Geſtein (Northumberland und Inſel Angleſea), wie die Erzeugung einer großen Menge ſchöner und ſehr verſchiedenartiger Kryſtalle (Granat, Veſuvian, Augit und Ceylanit), welche an den Berührungsflächen von Eruptions- und Sediment-Geſtein, an der Grenze des Monzon-Syenits mit Dolomit und dichtem Kalkſtein ſich entwickeln [58]. Auf der Inſel Elba haben Serpentinſtein-Maſſen, welche vielleicht nirgends ſo deutlich als Eruptions-Gebirgsarten erſcheinen, in den Klüften eines Kreide-Sandſteins die Sublimation von Eiſenglanz und Roth-Eiſenſtein [59] bewirkt. Denſelben Eiſenglanz ſehen wir noch täglich am Kraterrande und in friſchen Lavaſtrömen des Vulkans von Stromboli, des Veſuvs und des Aetna ſich aus der Dampfform an den Spaltwänden offner Gänge ſublimiren. [60] Wie hier durch vulkaniſche Kräfte ſich Gangmaſſen unter unſern Augen bilden, da wo das Nebengeſtein ſchon zu einem Zuſtande der Starrheit gelangt iſt; ſo haben auf eine ähnliche Weiſe in den früheren Revolutionen der Erdrinde Geſtein- und Erzgänge überall entſtehen können, wo die feſte, aber

noch dünne Rinde des Planeten, öfter durch Erdſtöße erſchüttert, bei Volum-Veränderung im Erkalten zerklüftet und geſpalten, mehrfache Verbindungen mit dem Inneren, mehrfache Auswege für aufſteigende, mit Erd- und Metallſtoffen geſchwängerte Dämpfe darbot. Die den Sahlbändern parallele, lagenweiſe Anordnung der Gemengtheile, die regelmäßige Wiederholung gleichnamiger Lagen zu beiden Seiten (im Hangenden und Liegenden des Ganges), ja die druſenförmigen langgedehnten Höhlungen der Mitte bezeugen oft recht unmittelbar den plutoniſchen Proceß der Sublimation in den Erzgängen. Da die durchſetzenden neueren Urſprungs als die durchſetzten ſind, ſo lehren die Lagerungsverhältniſſe des Porphyrs zu den Silbererz-Formationen, daß dieſe in dem ſächſiſchen Erzgebirge, alſo in dem wichtigſten und reichſten Erzgebirge Deutſchlands, zum wenigſten jünger als die Baumſtämme des Steinkohlen-Gebirges und des Rothliegenden ſind.[61]

Alles, was mit unſern geologiſchen Vermuthungen über die Bildung der Erdrinde und die Umwandlung der Gebirgsarten zuſammenhängt, hat ein unerwartetes Licht dadurch gewonnen, daß man den glücklichen Gedanken[62] gehabt hat die Schlackenbildung in unſeren Schmelzöfen mit der Entſtehung natürlicher Mineralien zu vergleichen, und künſtlich dieſe aus ihren Elementen wiederum zuſammenzuſetzen. Bei allen dieſen Operationen wirken dieſelben Verwandtſchaften, welche in unſern Laboratorien wie in dem Schooße der Erde die Zuſammenſetzung chemiſcher Verbindungen beſtimmen. Der wichtigſte Theil der einfachen Mineralien, welche ſehr allgemein verbreitete plutoniſche und vulkaniſche Eruptions-Geſteine, wie die durch ſie

metamorphoſirten Gebirgsarten charakteriſiren, ſind ſchon kry-ſtalliniſch und in vollkommener Gleichheit unter den künſtlichen Mineralbildungen aufgefunden worden. Wir unterſcheiden die, welche in den Schlacken zufällig entſtanden ſind, und die, welche abſichtlich von den Chemikern hervorgebracht wurden. Zu den erſteren gehören Feldſpath, Glimmer, Augit, Olivin, Blende, kryſtalliſirtes Eiſen-Oxyd (Eiſenglimmer), Magneteiſen-Octaeder und metalliſches Titan [63]; zu den zweiten: Granat, Idokras, Rubin (dem orientaliſchen an Härte gleich), Olivin und Augit [64]. Die hier genannten Mineralien bilden die Hauptbeſtandtheile von Granit, Gneiß und Glimmerſchiefer, von Baſalt, Dolerit und vielen Porphyren. Die künſtliche Erzeugung von Feldſpath und Glimmer iſt beſonders von großer geognoſtiſcher Wichtigkeit für die Theorie der Gneißbildung durch Umwandlung des Thonſchiefers. Dieſer enthält die Beſtandtheile des Granits, Kali nicht ausgeſchloſſen [65]. Es wäre demnach, bemerkt mit Recht ein ſcharfſinniger Geognoſt, Herr von Dechen, nicht ſehr unerwartet, wenn wir an den Wänden eines Schmelzofens, der aus Thonſchiefer und Grauwacke aufgeführt iſt, einmal ein Gneiß-Fragment ſich bilden ſähen.

Es bleibt in dieſen allgemeinen Betrachtungen über die feſte Erdrinde nach Aufzählung von drei Entſtehungsformen (dem Eruptions-, Sediment- und metamorphoſirten Geſtein) noch eine vierte Claſſe zu nennen übrig, die der Agglomerat-Bildung oder des Trümmergeſteins. Dieſer Name ſelbſt erinnert an die Zerſtörungen, welche die Oberfläche der Erde erlitten; er erinnert aber auch an die Proceſſe der Cämentirung (Verkittung), welche durch

Eiſen = Oxyd, durch thon = und kalkartige Bindemittel die bald abgerundeten, bald eckig gebliebenen Theile wiederum mit einander verbunden hat. Agglomerate und Trümmergeſteine im weiteſten Sinne des Worts offenbaren den Charakter einer zwiefachen Entſtehungsweiſe. Die Materalien, welche ihre mechaniſche Zuſammenſetzung bilden, ſind nicht bloß von den fluthenden Meereswogen oder bewegten ſüßen Waſſern herbeigeführt; es giebt Trümmergeſteine, an deren Bildung der Stoß des Waſſers keinen Antheil gehabt hat. „Wenn baſaltiſche Inſeln oder Trachytberge auf Spalten ſich erheben, veranlaßt die Reibung des aufſteigenden Geſteins gegen die Wände der Spalten, daß Baſalt und Trachyt ſich mit Agglomeraten ihrer eigenen Maſſen umgeben. In den Sandſteinen vieler Formationen ſind die Körner, aus denen ſie zuſammengeſetzt ſind, mehr losgeriſſen durch die Reibung des ausbrechenden (vulkaniſchen oder plutoniſchen) Geſteins als zertrümmert durch die Bewegung eines nachbarlichen Meeres. Das Daſein ſolcher Reibungs = Conglomerate (die in beiden Welttheilen in ungeheuren Maſſen gefunden werden) bezeugt die Intenſität der Kraft, mit welcher die Eruptions=Maſſen gegen die Erdoberfläche geſtoßen ſind, als ſie aus dem Innern emporgetrieben wurden. Die Waſſer bemächtigen ſich dann der ihres Zuſammenhanges beraubten Körner und verbreiten ſie in Lagen auf dem Grunde ſelbſt, den ſie überdecken.“ [66] Sandſtein=Gebilde findet man eingelagert durch alle Schichten von dem unteren ſiluriſchen Uebergangs = Gebirge an bis jenſeits der Kreide in den Tertiär-Formationen. An den Rändern der unermeßlichen Ebenen des Neuen Welttheils, in und außerhalb der Tropen, ſieht man ſie mauerartig gleichſam

daſs alte Ufer bezeichnen, an dem die mächtige Wellenbrandung ſchäumte.

Wenn man einen Blick wagen will auf die geographiſche Verbreitung der Gebirgsarten und ihre räumlichen Verhältniſſe in dem Theile der Erdrinde, welcher unſern Beobachtungen zugänglich iſt; ſo erkennt man, daß der am allgemeinſten verbreitete chemiſche Stoff die Kieſelſäure iſt: meiſt in undurchſichtigem Zuſtande und mannigfach gefärbt. Nach der feſten Kieſelſäure herrſcht zunächſt kohlenſaurer Kalk; dann kommen die Verbindungen von Kieſelſäure mit Thonerde, Kali und Natron, mit Kalkerde, Magneſia und Eiſen-Oxyd. Wenn das, was wir Gebirgsarten nennen, beſtimmte Aſſociationen einer kleinen Zahl von Mineralien ſind, denen ſich, wie paraſitiſch, einige andere, aber auch nur beſtimmte, anſchließen; wenn in einem Eruptions-Geſtein, dem Granit, die Aſſociation von Quarz (Kieſelſäure), Feldſpath und Glimmer das Weſentliche iſt: ſo gehen dieſe Mineralien auch vereinzelt oder gepaart durch viele andere Schichten hindurch. Um nur beiſpielsweiſe zu zeigen, wie quantitative Verhältniſſe ein Feldſpath-Geſtein von einem anderen, glimmerreichen unterſcheiden; erinnere ich daran, daß, wenn, nach Mitſcherlich, zum Feldſpath dreimal mehr Thonerde und $^1/_3$ mehr Kieſelſäure, als demſelben eigen iſt, hinzugefügt wird, man die Zuſammenſetzung des Glimmers erhält. In beiden iſt Kali enthalten: ein Stoff, deſſen Exiſtenz in vielen Gebirgsarten wohl über den Anfang aller Vegetation auf dem Erdkörper hinaufſteigt.

Die Reihenfolge und mit ihr das Alter der Formationen wird durch die gegenſeitige Auflagerung der Sediment-,

der umgewandelten und der Aggregatſchichten; durch die Natur der Gebilde, bis zu welcher die Eruptionsmaſſen hinaufſteigen; am ſicherſten aber durch die Anweſenheit organiſcher Reſte und die Verſchiedenartigkeit ihres Baues erkannt. Die Anwendung der botaniſchen und zoologiſchen Kennzeichen auf die Beſtimmung des Alters der Felsmaſſen: die Chronometrik der Erdrinde, welche Hooke's großer Geiſt ſchon ahndete, bezeichnet eine der glänzendſten Epochen der neuen, den ſemitiſchen Einflüſſen wenigſtens auf dem Continent endlich entzogenen Geognoſie. Paläontologiſche Studien haben der Lehre von den ſtarren Gebilden der Erde, wie durch einen belebenden Hauch, Anmuth und Vielſeitigkeit verliehen.

Die verſteinerungshaltigen Schichten bieten uns, in ihren Grabſtätten erhalten, die Floren und die Faunen der verfloſſenen Jahrtauſende dar. Wir ſteigen aufwärts in die Zeit, indem wir, die räumlichen Lagerungsverhältniſſe ergründend, von Schicht zu Schicht abwärts dringen. Ein hingeſchwundenes Thier- und Pflanzenleben tritt vor unſere Augen. Weit verbreitete Erdrevolutionen, die Erhebung großer Bergketten, deren relatives Alter wir zu beſtimmen vermögen, bezeichnen den Untergang alter Organismen, das Auftreten neuer. Einige wenige der älteren erſcheinen noch einige Zeit lang unter den neueren. In der Eingeſchränktheit unſres Wiſſens vom Werden, in der Bilderſprache, welche dieſe Eingeſchränktheit verbergen ſoll, nennen wir neue Schöpfungen die hiſtoriſchen Phänomene des Wechſels in den Organismen, wie in der Bewohnung der Urgewäſſer und des gehobenen trockenen Bodens. Bald ſind dieſe untergegangenen organiſchen

Gebilde ganz erhalten: vollſtändig bis in die kleinſten Gewebe, Hüllen und gegliederten Theile; bald hat das laufende Thier, auf feuchtem Thonletten fortſchreitend, nur ſeine Fährte, in den Coprolithen die Reſte unverdauter Nahrung hinterlaſſen. In der unteren Juraſchicht (Lias von Lyme Regis) iſt die Erhaltung des Dintenbeutels [67] der Sepia ſo wunderbar vollkommen, daß dieſelbe Materie, welche vor Myriaden von Jahren dem Thiere hat dienen können, um ſich vor ſeinen Feinden zu verbergen, noch die Farbe hergegeben hat, mit der ſein Bild entworfen wird. In anderen Schichten iſt oft nur der ſchwache Abdruck einer Muſchelſchale übrig geblieben; und doch kann dieſe, von Reiſenden aus einem fernen Lande mitgebracht, wenn ſie eine Leitmuſchel [68] iſt, lehren, welche Gebirgs-Formation ſich dort vorfindet, mit welchen anderen organiſchen Reſten ſie vergeſellſchaftet war. Sie erzählt die Geſchichte des Landes.

Das zergliedernde Studium des alten Thier- und Pflanzenlebens hat eine zwiefache Richtung. Die eine iſt eine rein morphologiſche, und vorzugsweiſe der Naturbeſchreibung und Phyſiologie der Organismen zugewandt; ſie füllt durch untergegangene Bildungen die Lücken in der Reihe der jetzt noch belebten aus. Die zweite Richtung iſt eine geognoſtiſche, welche die foſſilen Reſte in ihrem Verhältniß zu dem Aufeinanderliegen und relativen Alter der Sediment-Formationen betrachtet. Lange iſt die erſtere die vorherrſchende geweſen: und eine zu unvollſtändige und oberflächliche Vergleichung der Verſteinerungen mit den jetzt exiſtirenden Arten hatte auf Irrwege geleitet, deren Spuren noch in den wunderſamen Benennungen gewiſſer Naturkörper zu entdecken ſind. Man wollte in allen untergegangenen

Arten die lebenden erkennen, wie nach falſchen Analogien man im 16ten Jahrhunderte die Thiere des Alten und Neuen Continents mit einander verwechſelte. Peter Camper, Sömmering und Blumenbach hatten das Verdienſt, durch die wiſſenſchaftliche Anwendung einer feineren vergleichenden Anatomie den oſteologiſchen Theil der Paläontologie (Alterthumskunde des organiſchen Lebens), ſo weit derſelbe die großen foſſilen Wirbelthiere betrifft, zuerſt aufzuklären; aber die eigentliche geognoſtiſche Anſicht der Verſteinerungslehre, die glückliche Verbindung der zoologiſchen Charaktere mit der Alters- und Auflagerungsfolge der Schichten, verdankt man der großen Arbeit von Georg Cuvier und Alexander Brongniart.

Die älteſten Sediment-Formationen, die des Tranſitions-Gebirges, bieten in den organiſchen Reſten, welche ſie einſchließen, ein Gemiſch von Bildungen, die auf der Stufenleiter der ſich allmälig vervollkommnenden Entwicklung einen ſehr verſchiedenen Platz einnehmen. Von Pflanzen enthalten ſie freilich nur einigen Seetang, Lycopodiaceen, die vielleicht baumartig waren, Equiſetaceen und tropiſche Farren; aber von den thieriſchen Organismen finden wir ſonderbar zuſammen: Cruſtaceen (Trilobiten mit Netzaugen und Calymenen), Brachiopoden (Spirifer, Orthis), die zierlichen Sphäroniten, welche den Crinoiden nahe ſtehen[69], Orthoceratiten aus den Cephalopoden, Stein-Corallen, und mit dieſen niedern Organismen ſchon Fiſche von wunderbarer Geſtalt in oberen ſiluriſchen Schichten. Die ſchwergepanzerte Familie der Cephalaſpiden, aus welcher Fragmente der Gattung Pterichthys lange für Trilobiten gehalten wurden, gehören dem devoniſchen Gebilde (Old Red)

ausſchließlich an; und zeigen, nach Agaſſiz, in der Reihe der Fiſchformen einen ſo eigenthümlichen Typus als Ichthyoſauren und Pleſioſauren unter den Reptilien.[70] Aus der Gruppe der Ammoniten beginnen die Goniatiten[71] ebenfalls in dem Uebergangskalk und der Grauwacke der devoniſchen Schichten, ja ſelbſt in den letzten ſiluriſchen.

Die Abhängigkeit phyſiologiſcher Abſtufung von dem Alter der Formationen, welche bisher in der Lagerung der wirbelloſen Thiere wenig erkannt worden iſt[72], offenbart ſich auf das regelmäßigſte in den Vertebraten oder Wirbelthieren ſelbſt. Die älteſten unter dieſen ſind, wie wir eben geſehen, die Fiſche; dann folgen nach der Reihe der Formationen, von den unteren zu den oberen übergehend, Reptilien und Säugethiere. Das erſte Reptil (ein Saurier, Monitor nach Cuvier), das ſchon die Aufmerkſamkeit von Leibnitz[73] anregte, zeigt ſich im Kupferſchiefer-Flöz des Zechſteins in Thüringen; mit ihm von gleichem Alter, nach Murchiſon, Paläoſaurus und Thecodontoſaurus von Briſtol. Die Saurier nehmen zu im Muſchelkalk[74], im Keuper und in der Jura-Formation, wo ſie ihr Maximum erreichen. Zur Zeit dieſer Formation lebten: Pleſioſauren mit 30 Wirbel langem Schwanenhalſe, der Megaloſaurus, ein crocodilartiges Ungeheuer von 45 Fuß Länge und mit Fußknochen wie ein ſchweres Landſäugethier, 8 Arten großäugiger Ichthyoſauren, der Geoſaurus oder Sömmering's Lacerta gigantea, endlich 7 ſcheußlich wunderbare Pterodactylen[75] oder Saurier mit einer Flughaut. In der Kreide nimmt die Zahl der crocodilartigen Saurier ſchon ab; doch bezeichnen dieſe Epoche das ſogenannte Crocodil von Maſtricht (Moſoſaurus von Conybeare)

und das coloſſale, vielleicht grasfreſſende Iguanodon. Thiere, die zum jetzigen Geſchlechte der Crocodile gehören, hat Cuvier bis in die Tertiär-Formation aufſteigen ſehen; ja Scheuchzer's Sündfluth-Menſch (homo diluvii testis), ein großer Salamander, mit dem Axolotl verwandt, welchen ich aus den Seen um Mexico mitgebracht, gehört der neueſten Süßwaſſer-Formation von Oeningen an.

Das relative Alter der Organismen, durch die Auflagerung der Gebirgsſchichten beſtimmt, hat zu wichtigen Reſultaten über die Verhältniſſe geführt, welche zwiſchen den untergegangenen und noch lebenden Geſchlechtern und Arten (letzteren, den Arten, in ſehr geringer Zahl) erkannt werden. Alte und neue Beobachtungen erweiſen, daß die Floren und Faunen um ſo verſchiedener von den jetzigen Geſtalten der Pflanzen und Thiere ſind, als die Sediment-Formationen zu den unteren, d. h. älteren, gehören. Die numeriſchen Verhältniſſe, welche dieſe große, von Cuvier[76] zuerſt aufgeklärte Wechſelerſcheinung des organiſchen Lebens darbietet, haben beſonders in den verſchiedenen Gruppen der Tertiär-Formation, die eine beträchtliche Maſſe genau unterſuchter Gebilde enthalten, durch die verdienſtvolle Arbeit von Deshayes und Lyell zu entſcheidenden Ergebniſſen geleitet. Agaſſiz, der von 1700 Arten foſſiler Fiſche Kenntniß genommen, und die Zahl der lebenden Arten, welche beſchrieben ſind oder in Sammlungen aufbewahrt werden, auf 8000 ſchätzt, ſagt mit Beſtimmtheit in ſeinem Meiſterwerke: „daß er mit Ausnahme eines einzigen kleinen, den Thongeoden von Grönland eigenthümlichen, foſſilen Fiſches, in allen Tranſitions-, Flöz- und Tertiärſchichten kein Thier dieſer Claſſe gefunden habe, das ſpecifiſch

identiſch mit einem jetzt noch lebenden Fiſche wäre"; er fügt die wichtige Bemerkung hinzu: „daß in den unteren Tertiär-Gebilden, z. B. im Grobkalk und London Clay, ⅓ der foſſilen Fiſche bereits ganz untergegangenen Geſchlechtern zugehöre; unter der Kreide ſei kein einziges Fiſchgeſchlecht der heutigen Zeit mehr zu finden: und die wunderbare Familie der Sauroiden (Fiſche mit Schmelzſchuppen, die in der Bildung ſich faſt den Reptilien nähern und von der Kohlen-Formation, in welcher die größten Arten liegen, bis zu der Kreide vereinzelt aufſteigen) verhalte ſich zu den beiden Geſchlechtern (Lepidoſteus und Polypterus), welche die amerikaniſchen Flüſſe und den Nil bevölkern, wie unſre jetzigen Elephanten und Tapire zu den Maſtodonten und Anaplotherien der Urwelt." [77]

Kreideſchichten aber, welche noch zwei dieſer Sauroiden-Fiſche, und rieſenhafte Reptilien, wie eine ganze bereits untergegangene Welt von Corallen und Muſcheln darbieten, ſind, nach Ehrenberg's ſchöner Entdeckung, aus microſcopiſchen Polythalamien zuſammengeſetzt, deren viele noch heute in unſeren Meeren, und zwar in mittleren Breiten, in der Nord- und Oſtſee, leben. Die erſte Gruppe der Tertiär-Formation über der Kreide, eine Gruppe, die man ſich gewöhnt hatte durch den Namen: Schichten der Eocän-Periode zu bezeichnen, verdient alſo eigentlich dieſen Namen nicht: „da die Morgendämmerung der mit uns lebenden Natur viel tiefer in die Geſchichte der Erde reicht, als man bisher geglaubt hatte." [78]

Wie die Fiſche, die älteſten aller Wirbelthiere, ſchon in ſiluriſchen Tranſitionsſchichten ſich zeigen und dann ununterbrochen durch alle Formationen durchgehn, bis in

die Schichten der tertiären Zeit; wie wir die Saurier mit dem Zechſtein haben beginnen ſehn: ſo finden ſich die erſten Säugethiere (Thylacotherium Prevostii und T. Bucklandi, nach Valenciennes [79] mit den Beutelthieren nahe verwandt) in der Jura-Formation (dem Stonesfield-Schiefer), und der erſte Vogel in den älteren Kreidegebilden [80]. Das ſind nach unſerm jetzigen Wiſſen die unteren Grenzen der Fiſche, der Saurier, der Säugethiere und der Vögel.

Wenn aber auch von den wirbelloſen Thieren in den älteſten Formationen Steincorallen und Serpuliten mit ſehr ausgebildeten Cephalopoden und Cruſtaceen gleichzeitig, alſo die verſchiedenſten Ordnungen unabgeſondert erſcheinen, ſo ſind dagegen in vielen einzelnen Gruppen derſelben Ordnung ſehr beſtimmte Geſetze entdeckt worden. Muſchel-Verſteinerungen derſelben Art, Goniatiten, Trilobiten und Nummuliten, bilden ganze Berge. Wo verſchiedene Geſchlechter gemengt ſind, iſt nicht bloß oft eine beſtimmte Reihenfolge der Organismen nach Verhältniß der Auflagerung der Formationen erkannt worden; man hat auch in den untergeordneten Schichten derſelben Formation die Aſſociation gewiſſer Geſchlechter und Arten beobachtet. Durch die ſcharfſinnige Auffindung der Geſetze der Lobenſtellung hat Leopold von Buch die Unzahl der Ammoniten in wohl geſonderte Familien getheilt: und erwieſen, wie die Ceratiten dem Muſchelkalk, die Widder (Arietes) dem Lias, die Goniatiten dem Tranſitions-Kalkſtein und der Grauwacke angehören. [81] Belemniten haben ihre untere Grenze [82] im Keuper, den der Jura-Kalkſtein bedeckt; ihre obere in der Kreide. Die Waſſer ſind zu denſelben Epochen in weit von einander entfernten Weltgegenden durch

Schalthiere belebt geweſen, die wenigſtens theilweiſe, wie man heute beſtimmt weiß, identiſch mit den in Europa foſſilen waren. Leopold von Buch hat aus der ſüdlichen Hemiſphäre (Vulkan Maypo in Chili) Exogyren und Trigonien, d'Orbigny hat aus dem Himalaya-Gebirge und den indiſchen Ebnen von Cutſch Ammoniten und Gryphéen bezeichnet, der Art nach genau identiſch mit denen, welche aus dem alten Jurameer in Deutſchland und Frankreich abgeſetzt worden ſind.

Gebirgsſchichten, ausgezeichnet durch beſtimmte Arten der Petrefacte oder durch beſtimmte Geſchiebe, die ſie enthalten, bilden einen geognoſtiſchen Horizont: nach welchem der forſchende Geognoſt, wo er zweifelhaft bleibt, ſich orientiren kann; und deſſen Verfolgung ſichere Aufſchlüſſe gewährt über die Identität oder das relative Alter der Formationen, über die periodiſche Wiederkehr gewiſſer Schichten, ihren Parallelismus oder ihre gänzliche Suppreſſion (Verkümmerung). Wenn man ſo den Typus der Sediment-Gebilde in der größten Einfachheit ſeiner Verallgemeinerung auffaſſen will, ſo folgen von unten nach oben:

1) das ſogenannte Uebergangs-Gebirge in den zwei Abtheilungen unterer und oberer Grauwacke (ſiluriſcher und devoniſcher Schichten), letzterer vormals als alter rother Sandſtein bezeichnet;

2) die untere Trias [83]: als Bergkalk, Steinkohlen-Gebirge ſammt Todtliegendem, und Zechſtein;

3) die obere Trias: als bunter Sandſtein [84], Muſchelkalk und Keuper;

4) der Jurakalk (Lias und Oolithen);

5) Quaderſandſtein, untere und obere Kreide, als die letzte der Flözſchichten, welche mit dem Bergkalk beginnen;

6) Tertiär-Gebilde in drei Abtheilungen: die durch Grobkalk, Braunkohle und Sub-Apenninen-Gerölle bezeichnet werden.

Im Schuttlande folgen dann die rieſenmäßigen Knochen vorweltlicher Säugethiere: Maſtodonten, Dinotherium, Miſſurium, und die Megatheriden, unter denen Owen's faulthierartiger Mylodon 11 Fuß Länge erreicht. Zu dieſen vorweltlichen Geſchlechtern geſellen ſich die foſſilen Reſte jetzt lebender Thiere: Elephant, Rhinoceros, Ochs, Pferd und Hirſch. Das mit Maſtodonten-Knochen überfüllte Feld bei Bogota (Campo de Gigantes), in dem ich ſorgfältig graben ließ[85], liegt 8200 Fuß über dem Meeresſpiegel; und in den Hochebenen von Mexico gehören die gefundenen Gebeine untergegangenen Arten wahrer Elephanten an. So wie die, gewiß zu ſehr ungleichen Epochen gehobene Andeskette, enthalten auch die Vorgebirge des Himalaya (die Sewalik-Hügel, welche der Capitän Cautley und Dr. Falconer ſo eifrig durchſucht haben) neben den zahlreichen Maſtodonten, dem Sivatherium und der rieſenhaften, 12 Fuß langen und 6 Fuß hohen Landſchildkröte der Vorwelt (Colossochelys) Geſchlechter unſerer Zeit: Elephanten, Rhinoceros und Giraffen; ja, was ſehr zu beachten iſt: in einer Zone, die heute noch daſſelbe tropiſche Klima genießt, welches man zur Zeit der Maſtodonten vermuthen darf.[86]

Nachdem wir die anorganiſchen Bildungsſtufen der Erdrinde mit den thieriſchen Reſten verglichen haben, welche in derſelben begraben liegen, bleibt uns noch übrig einen

anderen Theil der Geſchichte des organiſchen Lebens zu berühren: den der Vegetations-Epochen, der mit der zunehmenden Größe des trocknen Landes und den Modificationen der Atmoſphäre wechſelnden Floren. Die älteſten Tranſitionsſchichten zeigen, wie ſchon oben bemerkt, nur zellige Laubpflanzen des Meeres. Erſt in den devoniſchen Schichten hat man von Gefäßpflanzen einige kryptogamiſche Formen (Calamiten und Lycopodiaceen) beobachtet.[87] Nichts ſcheint zu beweiſen, wie man aus theoretiſchen Anſichten über Einfachheit der erſten Lebensformen hat annehmen wollen, daß das vegetabiliſche Leben früher als das animaliſche auf der alten Erde erwacht ſei, daß dieſes durch jenes bedingt ſei. Selbſt die Exiſtenz von Menſchenſtämmen, welche in die eiſige Gegend der nordiſchen Polarländer zurückgedrängt worden ſind und allein von Fiſchfang und Cetaceen leben, mahnt uns an die Möglichkeit der Entbehrung alles Pflanzenſtoffes. Nach den devoniſchen Schichten und dem Bergkalk erſcheint ein Gebilde, deſſen botaniſche Zergliederung in der neueſten Zeit ſo glänzende Fortſchritte gemacht hat.[88] Die Steinkohlen-Formation umfaßt nicht bloß farnartige cryptogamiſche Gewächſe und phanerogamiſche Monocotylen (Gräſer, yucca-artige Liliengewächſe und Palmen), ſie enthält auch gymnoſperme Dicotyledonen (Coniferen und Cycadeen). Faſt 400 Arten ſind ſchon aus der Flor der Steinkohlen-Gebilde bekannt. Wir nennen hier nur die baumartigen Calamiten und Lycopodiaceen, ſchuppige Lepidodendreen, Sigillarien: bis zu 60 Fuß Länge, und bisweilen aufwärts ſtehend eingewurzelt und ausgezeichnet durch ein doppeltes Gefäßbündel-Syſtem; cactus-ähnliche Stigmarien, eine

Unzahl von Farnkräutern: theils als Stämme, theils als Wedel, und durch ihre Menge die noch ganz inſulare Geſtalt[89] des trockenen Landes andeutend; Cycadeen[90], und beſonders Palmen[91], in geringer Zahl, Aſterophylliten mit quirlförmigen Blättern, den Najaden verwandt, araucarien-artige Coniferen[92] mit ſchwachen Andeutungen von Jahresringen. Die Verſchiedenartigkeit des Charakters einer Vegetation, welche auf den trockengelegten und gehobenen Theilen des alten rothen Sandſteins ſich üppig entwickelt hat, von der Pflanzenwelt der jetzigen Zeit erhält ſich auch in der ſpäteren Vegetations-Periode bis zu den letzten Schichten der Kreide; aber bei großer Fremdartigkeit der Formen zeigt die Steinkohlen-Flora doch eine ſehr auffallende einförmige[93] Verbreitung derſelben Geſchlechter (wenn auch nicht immer derſelben Arten) in allen Theilen der damaligen Erdoberfläche: in Neu-Holland, Canada, Grönland und Melville's Inſel.

Die Vegetation der Vorwelt bietet vorzugsweiſe ſolche Geſtalten dar, welche durch gleichzeitige Verwandtſchaft mit mehreren Familien der jetzigen Welt daran erinnern, daß mit ihr viele Zwiſchenglieder organiſcher Entwickelungsſtufen untergegangen ſind. So ſtehen, um nur zwei Beiſpiele anzuführen, die Arten von Lepidodendron nach Lindley zwiſchen den Coniferen und den Lycopoditen[94], dahingegen die Araucariten und Piniten in der Vereinigung der Gefäßbündel etwas fremdartiges zeigen. Bleibt aber auch unſere Betrachtung allein auf die Jetztwelt beſchränkt, ſo iſt die Auffindung von Cycadeen und Zapfenbäumen (Coniferen) in der alten Steinkohlen-Flora neben den Sagenarien und dem Lepidodendron doch von großer Bedeutſamkeit. Die

Coniferen haben nämlich nicht bloß Verwandtſchaft mit den Cupuliferen und den Betulineen, welchen wir ſie in der Braun-kohlen-Formation beigeſellt ſehen: ſie haben ſie auch mit den Lycopoditen. Die Familie der ſagu-artigen Cycadeen nähert ſich im äußeren Anſehen den Palmen, während ſie im Bau der Blüthen und Saamen weſentlich mit den Coniferen überein-ſtimmt.[95] Wo mehrere Steinkohlen-Flöze über einander liegen, ſind die Geſchlechter und Arten nicht immer gemengt, ſondern meiſt geſchlechterweiſe geordnet: ſo daß Lycopoditen und gewiſſe Farnkräuter ſich nur in Einem Flöze, und Stigmarien und Sigillarien in einem anderen finden. Um ſich von der Ueppig-keit des Pflanzenwuchſes der Vorwelt und von der durch Strö-mungen angehäuften Maſſe des, gewiß[96] auf naſſem Wege in Kohle verwandelten, vegetabiliſchen Stoffes einen Begriff zu machen: muß man ſich erinnern, daß in dem Saarbrücker Kohlen-Gebirge 120 Kohlenlagen über einander liegen: die vielen ſchwachen, bis gegen einen Fuß dicken, ungerechnet; daß es Kohlenflöze von 30, ja zu Johnſtone (Schottland) und im Creuzot (Burgund) von mehr als 50 Fuß Mächtigkeit giebt: während in der Waldregion unſerer gemäßigten Zone die Kohle, welche die Waldbäume eines gegebenen Flächenraumes enthalten, dieſen Raum in 100 Jahren im Durchſchnitt nur mit einer Schicht von 7 Linien Dicke bedecken würde.[97] Nahe der Mün-dung des Miſſiſippi und in den vom Admiral Wrangel be-ſchriebenen ſogenannten hölzernen Bergen des ſibiriſchen Eismeeres findet ſich noch jetzt eine ſolche Zahl von Baum-ſtämmen durch Flußverzweigungen und Meeresſtröme zu-ſammengetrieben, daß die Schichten des Treibholzes an

die Vorgänge mahnen können, welche in den Binnenwaſſern und Inſelbuchten der Vorwelt die Erzeugung der Steinkohlen-Ablagerungen veranlaßten. Dazu verdanken dieſe Ablagerungen gewiß einen beträchtlichen Theil ihres Materials nicht den großen Baumſtämmen, ſondern kleinen Gräſern, Laubkräutern und niedrigen Cryptogamen.

Die Zuſammengeſellung von Palmen und Coniferen, die wir bereits in dem Steinkohlen-Gebilde bezeichnet haben, geht fort faſt durch alle Formationen bis tief in die Tertiär-Periode. In der jetzigen Welt ſcheinen ſie ſich eher zu fliehen. Wir haben uns, wenn gleich mit Unrecht, ſo gewöhnt alle Coniferen als eine nordiſche Form zu betrachten: daß ich ſelbſt, von den Küſten der Südſee nach Chilpanzingo und den Hochthälern von Mexico aufſteigend, in Erſtaunen gerieth, als ich zwiſchen der Venta de la Moxonera und dem Alto de los Caxones (3800 Fuß über dem Meeresſpiegel) einen ganzen Tag durch einen dichten Wald von Pinus occidentalis ritt, in welchem dieſer, der Weimuthsfichte ſo ähnliche Zapfenbaum einer, mit vielfarbigen Papageien bedeckten Fächerpalme [98] (Corypha dulcis) beigeſellt war. Südamerika nährt Eichen, aber keine einzige Pinus-Art; und das erſte Mal, als ich wieder die heimiſche Geſtalt einer Tanne ſah, erſchien ſie mir in der entfremdenden Nähe einer Fächerpalme. Auch im nordöſtlichſten Ende der Inſel Cuba [99]: ebenfalls unter den Tropen, doch kaum über dem Meeresſpiegel erhoben, ſah auf ſeiner erſten Entdeckungsreiſe Chriſtoph Colombus Coniferen und Palmen zuſammen wachſen. Der ſinnige, alles beachtende Mann merkt es, als eine Sonderbarkeit, in ſeinem Reiſejournale an; und ſein Freund Anghiera,

der Secretär Ferdinands des Catholiſchen, ſagt mit Verwundrung, „daß in dem neu aufgefundenen Lande man palmeta und pineta beiſammen fände“. Es iſt für die Geologie von großem Intereſſe, die jetzige Vertheilung der Pflanzen auf dem Erdboden mit der zu vergleichen, welche die Floren der Vorwelt offenbaren. Die temperirte Zone der waſſer- und inſelreichen ſüdlichen Hemiſphäre, in welcher Tropenformen ſich wunderbar unter die Formen kälterer Erdſtriche miſchen, bietet nach Darwin's ſchönen, lebensfriſchen Schilderungen [100] die belehrendſten Beiſpiele für alte und neue, vorweltliche und dermalige Pflanzen-Geographie. Die vorweltliche iſt im eigentlichen Sinne des Worts ein Theil der Pflanzengeſchichte.

Die Cycadeen, welche der Zahl der Arten nach in der Vorwelt eine weit wichtigere Rolle als in der jetzigen ſpielten, begleiten die ihnen verwandten Coniferen von dem Steinkohlen-Gebilde aufwärts. Sie fehlen faſt gänzlich in der Epoche des bunten Sandſteins, in welcher Coniferen von seltener Bildung (Voltzia, Haidingera, Albertia) üppig wachſen; die Cycadeen erlangen aber ihr Maximum in den Keuperſchichten und dem Lias, wo an 20 verſchiedene Formen auftreten. In der Kreide herrſchen Meerespflanzen und Najaden. Die Cycadeen-Wälder der Jura-Formation ſind dann längſt erſchöpft, und ſelbſt in den älteren Tertiär-Gebilden bleiben ſie tief hinter den Coniferen und Palmen zurück. [1]

Die Ligniten oder Braunkohlen-Schichten, die in allen Abtheilungen der Tertiär-Periode vorhanden ſind, zeigen in den früheſten kryptogamiſche Landpflanzen, einige Palmen, viel Coniferen mit deutlichen Jahresringen, und

Laubhölzer von mehr oder minder tropiſchem Charakter. In der mittleren tertiären Periode bemerkt man das völlige Zurücktreten der Palmen und Cycadeen, in der letzten endlich eine große Aehnlichkeit mit der gegenwärtigen Flora. Es erſcheinen plötzlich und in Fülle unſere Fichten und Tannen, unſere Cupuliferen, Ahorn und Pappeln. Die Dicotylen-Stämme der Braunkohle zeichnen ſich bisweilen durch rieſenmäßige Dicke und hohes Alter aus. Bei Bonn wurde ein Stamm gefunden, in dem Nöggerath 792 Jahresringe[2] zählte. Im nördlichen Frankreich bei Yſeux (unfern Abbeville) ſind im Torfmoor der Somme Eichen von 14 Fuß Durchmeſſer entdeckt: eine Dicke, die im Alten Continent außerhalb der Wendekreiſe ſehr auffallend iſt. Nach Göppert's gründlichen Unterſuchungen, welche hoffentlich bald durch Kupfertafeln erläutert erſcheinen werden, „kommt aller baltiſche Bernſtein von einer Conifere, die, wie die vorhandenen Reſte des Holzes und der Rinde in verſchiedenen Alterszuſtänden beweiſen, unſerer Weiß- und Rothtanne am nächſten kam, aber eine eigene Art bildete. Der Bernſteinbaum der Vorwelt (Pinites succifer) hatte einen Harzreichthum, welcher mit dem keiner Conifere der Jetztwelt zu vergleichen iſt: da nicht bloß in und auf der Rinde, ſondern auch im Holze nach dem Verlauf der Markſtrahlen: die, wie die Holzzellen, unter dem Microſcope noch deutlich zu erkennen ſind, wie peripheriſch zwiſchen den Holzringen große Maſſen Bernſteinharz, bisweilen weißer und gelber Farbe zugleich, abgelagert ſind. Unter den im Bernſtein eingeſchloſſenen Vegetabilien finden ſich männliche und weibliche Blüthen von heimiſchem Nadelholz und Cupuliferen; aber deutliche Fragmente von

Thuja, Cupressus, Ephedera und Castania vesca, mit Wachholder und Tannen gemengt, deuten auf eine Vegetation, welche nicht die unſrer Oſtſeeküſten und der baltiſchen Ebene iſt."

In dem geologiſchen Theile des Naturgemäldes ſind wir nun die ganze Reihe der Bildungen von dem älteſten Eruptions-Geſtein und den älteſten Sedimentbildungen an bis zu dem Schuttlande durchlaufen, auf welchem die großen Felsblöcke liegen, über deren Verbreitungs-Urſache noch lange geſtritten werden wird, die wir aber geneigt ſind minder tragenden Eisſchollen als dem Durchbruch und Herabſturz zurückgehaltener Waſſermaſſen bei Hebung der Gebirgsketten zuzuſchreiben[3]. Das älteſte Gebilde der Tranſitions-Formation, das wir kennen gelernt, ſind Schiefer und Grauwacke: welche einige Reſte von Seetang einſchließen aus dem ſiluriſchen, einſt cambriſchen Meere. Worauf ruhte dies ſogenannte älteſte Gebilde, wenn Gneiß und Glimmerſchiefer nur als umgewandelte Sedimentſchichten betrachtet werden müſſen? Soll man eine Vermuthung wagen über das, was nicht Gegenſtand einer wirklichen geognoſtiſchen Beobachtung ſein kann? Nach einer indiſchen Urmythe trägt ein Elephant die Erde; er ſelbſt, damit er nicht falle, wird wiederum von einer Rieſen-Schildkröte getragen. Worauf die Schildkröte ruhe, iſt den gläubigen Brahminen nicht zu fragen erlaubt. Wir wagen uns hier an ein ähnliches Problem, wenn auch mannigfaltigen Tadels der Löſung gewärtig. Bei der erſten Bildung der Planeten, wie wir ſie in dem aſtronomiſchen Theile des Naturgemäldes wahrſcheinlich gemacht, wurden dunſtförmige, um die Sonne circulirende Ringe in

Kugeln geballt, die von außen nach innen allmälig erſtarr-
ten. Was wir die älteren ſiluriſchen Schichten nennen, ſind
nur obere Theile der feſten Erdrinde. Das Eruptions-Ge-
ſtein, das wir dieſe durchbrechen und heben ſehen, ſteigt aus
uns unzugänglicher Tiefe empor; es exiſtirt demnach ſchon
unter den ſiluriſchen Schichten: aus derſelben Aſſociation von
Mineralien zuſammengeſetzt, die wir als Gebirgsarten, da
wo ſie durch den Ausbruch uns ſichtbar werden, Granit,
Augitfels oder Quarzporphyr nennen. Auf Analogien ge-
ſtützt, dürfen wir annehmen, daß das, was weite Spalten
gleichſam gangartig ausfüllt und die Sedimentſchichten durch-
bricht, nur Zweige eines unteren Lagers ſind. Aus den größ-
ten Tiefen wirken die noch thätigen Vulkane; und nach den
ſeltenen Fragmenten zu urtheilen, die ich in ſehr verſchiede-
nen Erdſtrichen in den Lavaſtrömen habe eingeſchloſſen gefun-
den, halte auch ich es für mehr als wahrſcheinlich, daß ein
uranfängliches Granitgeſtein die Unterlage[4] des großen, mit
ſo vielen organiſchen Reſten angefüllten Schichtenbaues ſei.
Wenn olivinführende Baſalte ſich erſt in der Kreide-Epoche,
Trachyte noch ſpäter ſich zeigen; ſo gehören die Ausbrüche
des Granits dagegen, wie auch die Producte der Metamor-
phoſe es lehren, in die Epoche der älteſten Sedimentſchichten
der Tranſitions-Formation. Wo die Erkenntniß nicht aus
der unmittelbaren Sinnesanſchauung erwachſen kann, iſt es
wohl erlaubt auch nach bloßer Induction, wie nach ſorgfälti-
ger Vergleichung der Thatſachen eine Vermuthung aufzuſtellen,
die dem alten Granit einen Theil der bedrohten Rechte
und den Ruhm der Uranfänglichkeit wiedergiebt.

Die neueren Fortſchritte der Geognoſie: d. i. die erweiterte Kenntniß von den geognoſtiſchen Epochen, welche durch die mineralogiſche Verſchiedenheit der Gebirgs-Formationen, durch die Eigenthümlichkeit und Reihenfolge der Organismen, die ſie enthalten, durch die Lagerung (Aufrichtung oder ungeſtörte Horizontalität der Schichten) charakteriſirt werden; leiten uns, dem inneren Cauſalzuſammenhang der Erſcheinungen folgend, auf die räumliche Vertheilung der Feſte und des Flüſſigen: der Continente und der Meere, welche die Oberfläche unſers Planeten bilden. Wir deuten hier auf einen Verbindungspunkt zwiſchen der erdgeſchichtlichen und der geographiſchen Geognoſie, auf die Total-Betrachtung der Geſtalt und Gliederung der Continente. Die Umgrenzung des Starren durch das Flüſſige, das Areal-Verhältniß des einen zum anderen iſt ſehr verſchieden geweſen in der langen Reihenfolge der geognoſtiſchen Epochen: je nachdem Steinkohlen-Schichten ſich horizontal an die aufgerichteten Schichten von Bergkalk und altem rothen Sandſtein, Lias und Jura ſich an das Geſtade von Keuper und Muſchelkalk, Kreide ſich an die Abhänge von Grünſand und Jurakalk ſedimentariſch angelehnt haben. Nennt man nun mit Élie de Beaumont Jura- und Kreide-Meere die Waſſer, unter denen ſich Jurakalk und Kreide ſchlammartig niederſchlagen, ſo bezeichnen die Umriſſe der eben genannten Formationen für zwei Epochen die Grenze zwiſchen dem noch ſteinbildenden Oceane und der ſchon trockengelegten Feſte. Man hat den ſinnreichen Gedanken gehabt Karten für dieſen phyſiſchen Theil der alten Geographie zu entwerfen: Karten, die vielleicht ſicherer ſind als die der

Wanderungen der Io oder der homeriſchen Geographie. Die letzteren ſtellen Meinungen, mythiſche Gebilde graphiſch dar; die erſteren Thatſachen der poſitiven Formationslehre.

Das Reſultat der Unterſuchungen über die Raumverhältniſſe des trocknen Areals iſt: daß in den früheſten Zeiten, in der ſiluriſchen und devoniſchen Transitions-Epoche, wie in der erſten Flözzeit, über die Trias hinaus, der continentale, mit Landpflanzen bedeckte Boden auf einzelne Inſeln beſchränkt war; daß dieſe Inſeln ſich in ſpäteren Epochen mit einander vereinigten und längs tiefeingeſchnittener Meerbuſen viele Landſeen umſchloſſen; daß endlich, als die Gebirgsketten der Pyrenäen, der Apenninen, und die Karpathen emporſtiegen: alſo gegen die Zeit der älteren Tertiärſchichten, große Continente faſt ſchon in ihrer jetzigen Größe erſchienen. In der ſiluriſchen Welt, wie in der Epoche der Cycadeen-Fülle und rieſenartiger Saurier mochte, von Pol zu Pol, des trocknen Landes wohl weniger ſein als zu unſrer Zeit in der Südſee und in dem indiſchen Meere. Wie dieſe überwiegende Waſſermenge in Gemeinſchaft mit anderen Urſachen zur Erhöhung der Temperatur und zu größerer Gleichmäßigkeit der Klimate beigetragen hat, wird ſpäter entwickelt werden. Hier muß nur noch in der Betrachtung der allmäligen Vergrößerung (Agglutination) der gehobenen trocknen Erdſtriche bemerkt werden, daß kurz vor den Umwälzungen, welche, nach kürzeren oder längeren Pauſen, in der Diluvial-Periode den plötzlichen Untergang ſo vieler rieſenartigen Wirbelthiere herbeigeführt haben, ein Theil der jetzigen Continental-Maſſen doch ſchon vollkommen von einander getrennt waren. Es herrſcht in Südamerika und in den

Auſtralländern eine große Aehnlichkeit zwiſchen den dort leben=den und den untergegangenen Thieren. In Neu=Holland hat man foſſile Reſte von Känguruh; in Neu=Seeland halbfoſſile Knochen eines ungeheuren ſtraußartigen Vogels, Owen's Dinornis, entdeckt, welcher nahe mit der jetzigen Apteryx, wenig aber mit dem erſt ſpät untergegangenen Dronte (Dodo) von der Inſel Rodriguez verwandt iſt.

Die derzeitige Geſtaltung der Continente verdankt viel=leicht großentheils ihre Hebung über dem umgebenden Waſſer=ſpiegel der Eruption der Quarzporphyre: einer Eruption, welche die erſte große Landflor, das Material des Steinkohlen=Ge=birges, ſo gewaltſam erſchüttert hat. Was wir Flachland der Continente nennen, ſind aber nur die breiten Rücken von Hügeln und Gebirgen, deren Fuß in dem Meeresboden liegt. Jedes Flachland iſt nach ſeinen ſubmariniſchen Ver=hältniſſen eine Hochebene, deren Unebenheiten durch neue Sediment=Formationen, in horizontaler Lage abgeſetzt, wie durch angeſchwemmtes Schuttland verdeckt werden.

Unter den allgemeinen Betrachtungen, die in ein Naturge=mälde gehören, nimmt den erſten Rang ein die Quantität der über dem Meeresſpiegel hervorragenden und gehobenen Feſte; dieſer Beſtimmung des räumlichen Maaßes folgt dann die Be=trachtung der individuellen Geſtaltung in horizontaler Ausdehnung (Gliederungs=Verhältniſſe) oder in ſenkrechter Erhebung (hypſometriſche Verhältniſſe der Gebirgsketten). Unſer Planet hat zwei Umhüllungen: eine allgemeine: den Luftkreis, als elaſtiſche Flüſſigkeit; und eine particu=läre, nur local verbreitete, die Feſte umgrenzende und dadurch

ihre Figur bedingende: das Meer. Beide Umhüllungen des Planeten, Luft und Meer, bilden ein Naturganzes, welches der Erdoberfläche die Verſchiedenheit der Klimate giebt: nach Maaßgabe der relativen Ausdehnung von Meer und Land, der Gliederung und Orientirung der Feste, der Richtung und Höhe der Gebirgsketten. Aus dieſer Kenntniß der gegenſeitigen Einwirkung von Luft, Meer und Land ergiebt ſich, daß große meteorologiſche Phänomene, von geognoſtiſchen Betrachtungen getrennt, nicht verſtanden werden können. Die Meteorologie, wie die Geographie der Pflanzen und Thiere haben erſt begonnen einige Forſchritte zu machen, ſeitdem man ſich von der gegenſeitigen Abhängigkeit der zu ergründenden Erſcheinungen überzeugt hat. Das Wort Klima bezeichnet allerdings zuerſt eine ſpecifiſche Beſchaffenheit des Luftkreiſes; aber dieſe Beſchaffenheit iſt abhängig von dem perpetuirlichen Zuſammenwirken einer all- und tiefbewegten, durch Strömungen von ganz entgegengeſetzter Temperatur durchfurchten Meeresfläche mit der wärmeſtrahlenden trocknen Erde: die mannigfaltig gegliedert, erhöht, gefärbt, nackt oder mit Wald und Kräutern bedeckt iſt.

In dem jetzigen Zuſtande der Oberfläche unſers Planeten verhält ſich das Areal der Feſte zu dem des Flüſſigen wie 1 zu $2^4/_5$ (nach Rigaud[5] wie 100 : 270). Die Inſeln bilden dermalen kaum $^1/_{23}$ der Continental-Maſſen. Letztere ſind ſo ungleich vertheilt, daß ſie auf der nördlichen Halbkugel dreimal ſo viel Land darbieten als auf der ſüdlichen. Die ſüdliche Hemiſphäre iſt alſo recht eigentlich vorherrſchend oceaniſch. Von 40° ſüdlicher Breite an gegen den antarctiſchen Pol hin iſt die Erdrinde faſt ganz mit

Waſſer bedeckt. Eben ſo vorherrſchend, und nur von ſparſamen Inſelgruppen unterbrochen, iſt das flüſſige Element zwiſchen der Oſtküſte der Alten und der Weſtküſte der Neuen Welt. Der gelehrte Hydrograph Fleurieu hat dieſes weite Meerbecken mit Recht zum Unterſchiede aller anderen Meere den Großen Ocean genannt. Es nimmt derſelbe unter den Wendekreiſen einen Raum von 145 Längengraden ein. Die ſüdliche und weſtliche Hemiſphäre (weſtlich vom Meridian von Teneriffa aus gerechnet) ſind alſo die waſſerreichſten Regionen der ganzen Erdoberfläche.

Dies ſind die Hauptmomente der Betrachtung über die relative Quantität des Feſtlandes und der Meere: ein Verhältniß, das auf die Vertheilung der Temperatur, den veränderten Luftdruck, die Windesrichtung und den, die Vegetationskraft weſentlich beſtimmenden Feuchtigkeits-Gehalt der Atmoſphäre ſo mächtig einwirkt. Wenn man bedenkt, daß faſt $^3/_4$ der Oberfläche[6] des Planeten mit Waſſer bedeckt ſind, ſo iſt man minder verwundert über den unvollkommenen Zuſtand der Meteorologie bis zu dem Anfange des jetzigen Jahrhunderts: einer Epoche, in welcher zuerſt eine beträchtliche Maſſe genauer Beobachtungen über die Temperatur des Meeres unter verſchiedenen Breiten und in verſchiedenen Jahreszeiten erlangt und numeriſch mit einander verglichen wurden.

Die horizontale Geſtaltung des Feſtlandes in ſeinen allgemeinſten Verhältniſſen der Ausdehnung iſt ſchon in frühen Zeiten des griechiſchen Alterthums ein Gegenſtand ſinnreicher Betrachtungen geweſen. Man ſuchte das Maximum der Ausdehnung von Weſten nach Oſten; und Dicäarchus nach dem Zeugniß des Agathemerus fand es in der

Breite von Rhodos, in der Richtung von den Säulen des Hercules bis Thinä. Das iſt die Linie, welche man den Parallel des Diaphragma des Dicäarchus nannte, und über deren aſtronomiſche Richtigkeit der Lage, die ich an einem andern Orte unterſucht, man mit Recht erſtaunen muß[7]. Strabo, wahrſcheinlich durch Eratoſthenes geleitet, ſcheint ſo überzeugt geweſen zu ſein, daß dieſer Parallel von 36°, als Maximum der Ausdehnung in der ihm bekannten Welt, einen inneren Grund der Erdgeſtaltung habe: daß er das Feſtland, welches er prophetiſch in der nördlichen Halbkugel zwiſchen Iberien und der Küſte von Thinä vermuthete, ebenfalls unter dieſem Breitengrade verkündigte.[8]

Wenn, wie wir ſchon oben bemerkt, auf der einen Halbkugel der Erde (man mag dieſelbe durch den Aequator oder durch den Meridian von Teneriffa halbiren) beträchtlich mehr Land ſich über den Meeresſpiegel erhoben hat als auf der entgegengeſetzten; ſo haben die beiden großen Ländermaſſen: wahre vom Ocean auf allen Seiten umgebene Inſeln, welche wir die öſtliche und weſtliche Feſte, den alten und neuen Continent nennen, neben dem auffallendſten Contraſte der Total-Geſtaltung oder vielmehr der Orientirung ihrer größten Axen doch im einzelnen manche Aehnlichkeit der Configuration, beſonders der räumlichen Beziehungen zwiſchen den einander gegenüberſtehenden Küſten. In der öſtlichen Feſte iſt die vorherrſchende Richtung, die Lage der langen Axe, von Oſten gegen Weſten (beſtimmter von Südweſt gen Nordoſt); in der weſtlichen Feſte aber von Süden nach Norden, meridianartig (beſtimmter von SSO nach NNW). Beide Ländermaſſen ſind im Norden

in der Richtung eines Breiten=Parallels (meiſt in dem von 70°) abgeſchnitten; im Süden laufen ſie in pyramidale Spitzen aus, meiſt mit ſubmaritimer Verlängerung in Inſeln und Bänken. Dies bezeugen der Archipel der Tierra del Fuego, die Lagullas=Bank ſüdlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung, Van Diemens Land: durch die Baß=Straße von Neu=Holland (Auſtralien) getrennt. Das nördliche aſiatiſche Geſtade überſteigt im Cap Taimura (78° 16′ nach Kruſenſtern) den obengenannten Parallel, während es von der Mündung des großen Tſchukotſchja=Fluſſes an öſtlich gegen die Berings=Straße hin im öſtlichſten Vorgebirge Aſiens, in Cook's Oſtcap, nur 66° 3′ nach Beechey erreicht.[9] Das nördliche Ufer des Neuen Continents folgt ziemlich genau dem Parallelkreis von 70°: da ſüdlich und nördlich von der Barrow=Straße, von Boothia Felix und Victoria=Land alles Land nur abgeſonderte Inſeln ſind.

Die pyramidale Geſtaltung aller ſüdlichen Endſpitzen der Continente gehört unter die similitudines physicae in configuratione Mundi, auf welche ſchon Baco von Verulam im Neuen Organon aufmerkſam machte und an die Cook's Begleiter auf der zweiten Weltumſegelung, Reinhold Forſter, ſcharfſinnige Betrachtungen geknüpft hat. Wenn man von dem Meridian von Teneriffa ſich gegen Oſten wendet, ſo ſieht man die Endſpitzen der drei Continente: nämlich die Südſpitzen von Afrika (als dem Extrem der ganzen Alten Welt), von Auſtralien und von Südamerika, ſtufenweiſe ſich dem Südpol mehr nähern. Das, volle 12 Breitengrade lange Neu=Seeland bildet ſehr regelmäßig ein Zwiſchenglied zwiſchen Auſtralien und Süd

amerika, ebenfalls mit einer Inſel (Neu-Leinſter) endigend. Eine merkwürdige Erſcheinung iſt noch, daß faſt ganz unter denſelben Meridianen, unter welchen in der Ländermaſſe des Alten Continents ſich die größte Ausdehnung gegen Süden zeigt, auch die nördlichen Geſtade am höchſten gegen den Nordpol vordringen. Dies ergiebt ſich aus der Vergleichung des Vorgebirges der guten Hoffnung und der Bank Lagullas mit dem europäiſchen Nordcap, der Halbinſel Malacca mit dem ſibiriſchen Cap Taimura. [10] Ob feſtes Land die beiden Erdpole umgürtet; oder ob die Pole nur von einem Eismeere umfloſſen, mit Flözlagen von Eis (erſtarrtem Waſſer) bedeckt ſind: wiſſen wir nicht. An dem Nordpol iſt man bis 82° 55′ Breite, an dem Südpol nur bis zu dem Parallel von 78° 10′ gelangt.

So wie die großen Ländermaſſen pyramidal enden, ſo wiederholt ſich dieſe Geſtaltung auch mannigfaltig im kleinen: nicht bloß im indiſchen Ocean (Halbinſeln von Arabien, Hinduſtan und Malacca); ſondern auch, wie ſchon Eratoſthenes und Polybius bemerkten, im Mittelmeer: wo ſie die iberiſche, italiſche und helleniſche mit einander ſinnig verglichen haben [11]. Europa, mit einem Areal fünfmal kleiner als das von Aſien, iſt gleichſam nur eine weſtliche vielgegliederte Halbinſel des aſiatiſchen, faſt ungegliederten Welttheils; auch beweiſen die klimatiſchen Verhältniſſe Europa's, daß es ſich zu Aſien verhält wie die peninſulare Bretagne zum übrigen Frankreich [12]. Wie die Gliederung eines Continents, die höhere Entwicklung ſeiner Form zugleich auf die Geſittung und den ganzen Culturzuſtand der Völker wirkt, bemerkt ſchon Strabo [13], indem er unſeres kleinen Welttheils „vielgeſtaltete

Form" als einen beſondern Vorzug preiſt. Afrika [14] und Südamerika, die ohnedies ſo viel Aehnlichkeit in ihrer Configuration zeigen, ſind unter allen großen Ländermaſſen diejenigen, welche die einfachſte Küſtenform haben. Nur das öſtliche Littoral von Aſien bietet, wie von der öſtlichen Meeresſtrömung [15] zertrümmert (fractas ex aequore terras), eine mannigfaltige, geſtaltenreiche Form dar. Halbinſeln und nahe Eilande wechſeln dort mit einander vom Aequator an bis 60° Breite.

Unſer atlantiſcher Ocean trägt alle Spuren einer Thalbildung. Es iſt als hätten fluthende Waſſer den Stoß erſt gegen Nordoſt, dann gegen Nordweſt, und dann wiederum nordöſtlich gerichtet. Der Parallelismus der Küſten nördlich von 10° ſüdl. Breite an, die vor- und einſpringenden Winkel, die Convexität von Braſilien dem Golf von Guinea gegenüber, die Convexität von Afrika unter einerlei Breiten mit dem antilliſchen Meerbuſen ſprechen für dieſe gewagt ſcheinende Anſicht. [16] Hier im atlantiſchen Thale, wie faſt überall in der Geſtaltung großer Ländermaſſen, ſtehen eingeſchnittene und inſelreiche Ufer den uneingeſchnittenen entgegen. Ich habe längſt darauf aufmerkſam gemacht, wie geognoſtiſch denkwürdig auch die Vergleichung der Weſtküſten von Afrika und Südamerika in der Tropenzone ſei. Die buſenförmige Einbeugung des afrikaniſchen Geſtades bei Fernando Po (4° 1/2 nördlicher Breite) wiederholt ſich in dem Südſee-Geſtade unter 18° 1/4 ſüdlicher Breite in dem Wendepunkt bei Arica, wo (zwiſchen dem Valle de Arica und dem Morro de Juan Diaz) die peruaniſche Küſte plötzlich ihre Richtung von Süden nach Norden in eine nordweſtliche verwandelt. Dieſe

Veränderung der Richtung erſtreckt ſich in gleichem Maaße auf die, in zwei Paralleljöcher getheilte, hohe Andeskette: nicht bloß auf die dem Littoral[17] nahe, ſondern auch auf die öſtliche: den früheſten Sitz menſchlicher Cultur im ſüdamerikaniſchen Hochlande, wo das kleine Alpenmeer von Titicaca von den Bergcoloſſen des Sorata und Illimani begrenzt wird. Weiter gegen Süden, von Valdivia und Chiloe an (40° bis 42° ſüdl. Br.) durch den Archipel de los Chonos bis zum Feuerlande, findet ſich die ſeltene Fjordbildung wiederholt (das Gewirre ſchmaler, tief eindringender Buſen), welche in der nördlichen Hemiſphäre die Weſtküſten von Norwegen und Schottland charakteriſirt.

Dies ſind die allgemeinſten Betrachtungen über die dermalige Geſtaltung der Continente (die Ausdehnung des Feſtlandes in horizontaler Richtung), wie ſie der Anblick der Oberfläche unſres Planeten veranlaßt. Wir haben hier Thatſachen zuſammengeſtellt, Analogien der Form in entfernten Erdſtrichen, die wir nicht Geſetze der Form zu nennen wagen. Wenn man an dem Abhange eines noch thätigen Vulkans, z. B. am Veſuv, die nicht ungewöhnliche Erſcheinung partieller Hebungen beachtet, in denen kleine Theile des Bodens, vor einem Ausbruch oder während deſſelben, ihr Niveau um mehrere Fuße bleibend verändern und dachförmige Gräten oder flache Erhöhungen bilden; ſo erkennt der Wanderer, wie von geringfügigen Zufällen der Kraft-Intenſität unterirdiſcher Dämpfe und der Größe des zu überwindenden Widerſtandes es abhangen muß, daß die gehobenen Theile dieſe oder jene Form und Richtung annehmen. Eben ſo mögen geringe Störungen des Gleichgewichts im Inneren unſres

Planeten die hebenden elaſtiſchen Kräfte beſtimmt haben mehr gegen die nördliche als gegen die ſüdliche Erdhälfte zu wirken; das Feſtland in der öſtlichen Erdhälfte als eine breite zuſammenhangende Maſſe mit der Haupt-Achſe faſt dem Aequator parallel, in der weſtlichen, mehr oceaniſchen Hälfte ſchmal und meridianartig aufzutreiben.

Ueber den Cauſalzuſammenhang ſolcher großen Begebenheiten der Länderbildung, der Aehnlichkeit und des Contraſtes in der Geſtaltung, iſt wenig empiriſch zu ergründen. Wir erkennen nur das Eine: daß die wirkende Urſach unterirdiſch iſt; daß die jetzige Länderform nicht auf einmal entſtanden, ſondern, wie wir ſchon oben bemerkt, von der Epoche der ſiluriſchen Formation (neptuniſchen Abſcheidung) bis zu den Tertiärſchichten nach mannigfaltigen oſcillirenden Hebungen und Senkungen des Bodens ſich allmälig vergrößert hat und aus einzelnen kleineren Continenten zuſammengeſchmolzen iſt. Die dermalige Geſtaltung iſt das Product zweier Urſachen, die auf einander folgend gewirkt haben: einmal einer unterirdiſchen Kraftäußerung: deren Maaß und Richtung wir zufällig nennen, weil wir ſie nicht zu beſtimmen vermögen, weil ſie ſich für unſern Verſtand dem Kreiſe der Nothwendigkeit entziehen; zweitens der auf der Oberfläche wirkenden Potenzen: unter denen vulkaniſche Ausbrüche, Erdbeben, Entſtehung von Bergketten und Meeresſtrömungen die Hauptrolle geſpielt haben. Wie ganz anders würde der Temperatur-Zuſtand der Erde, und mit ihm der Zuſtand der Vegetation, des Ackerbaues und der menſchlichen Geſellſchaft ſein, wenn die Haupt-Achſe des Neuen Continents einerlei Richtung mit der des Alten hätte;

wenn die Andeskette, ſtatt meridianartig, von Oſten nach Weſten aufgeſtiegen wäre; wenn ſüdlich von Europa kein feſtes, wärmeſtrahlendes Tropenland (Afrika) läge; wenn das Mittelmeer, das einſt mit dem caſpiſchen und rothen Meere zuſammenhing und ein ſo weſentliches Beförderungsmittel der Völkergeſittung geworden iſt, nicht exiſtirte; wenn ſein Boden zu gleicher Höhe mit der lombardiſchen und cyrenaiſchen Ebene gehoben worden wäre!

Die Veränderungen des gegenſeitigen Höhen-Verhältniſſes der flüſſigen und ſtarren Theile der Erdoberfläche (Veränderungen, welche zugleich die Umriſſe der Continente beſtimmen, mehr niedriges Land trocken legen oder daſſelbe überfluthen) ſind mannigfaltigen, ungleichzeitig wirkenden Urſachen zuzuſchreiben. Die mächtigſten ſind ohnſtreitig geweſen: die Kraft der elaſtiſchen Dämpfe, welche das Innere der Erde einſchließt; die plötzliche Temperatur-Veränderung[18] mächtiger Gebirgsſchichten; der ungleiche ſeculare Wärmeverluſt der Erdrinde und des Erdkernes, welcher eine Faltung (Runzelung) der ſtarren Oberfläche bewirkt; örtliche Modificationen der Anziehungskraft[19] und durch dieſelben hervorgebrachte veränderte Krümmung einer Portion des flüſſigen Elements. Daß die Hebung der Continente eine wirkliche Hebung, nicht bloß eine ſcheinbare, der Geſtalt der Oberfläche des Meeres zugehörige ſei: ſcheint, nach einer jetzt allgemein verbreiteten Anſicht der Geognoſten, aus der langen Beobachtung zuſammenhangender Thatſachen, wie aus der Analogie wichtiger vulkaniſcher Erſcheinungen zu folgen. Auch das Verdienſt dieſer Anſicht gehört Leopold von Buch, der ſie in ſeiner denkwürdigen, in den Jahren 1806 und 1807 vollbrachten Reiſe durch Norwegen und

Schweden[20] ausſprach: wodurch ſie zuerſt in die Wiſſenſchaft eingeführt ward. Während die ganze ſchwediſche und finländiſche Küſte von der Grenze des nördlichen Schonens (Sölvitsborg) über Gefle bis Torneo, und von Torneo bis Abo ſich hebt (in einem Jahrhundert bis 4 Fuß), ſinkt nach Nilſon das ſüdliche Schweden[21]. Das Maximum der hebenden Kraft ſcheint im nördlichen Lapland zu liegen. Die Hebung nimmt gegen Süden bis Calmar und Sölvitsborg allmälig ab. Linien des alten Meeres-Niveau's aus vor-hiſtoriſchen Zeiten ſind in ganz Norwegen[22] vom Cap Lindesnäs bis zum äußerſten Nordcap durch Muſchelbänke des jetzigen Meeres bezeichnet, und neuerlichſt von Bravais während des langen winterlichen Aufenthalts in Boſekop auf das genaueſte gemeſſen worden. Sie liegen bis 600 Fuß hoch über dem jetzigen mittleren Meeresſtande, und erſcheinen nach Keilhau und Eugen Robert auch dem Nordcap gegenüber (in NNW) an den Küſten von Spitzbergen. Leopold von Buch, der am früheſten auf die hohe Muſchelbank bei Tromſoe (Breite 69° 40′) aufmerkſam gemacht, hat aber ſchon gezeigt, daß die älteren Hebungen am nordiſchen Meere zu einer anderen Claſſe von Erſcheinungen gehören als das ſanfte (nicht plötzliche oder ruckweiſe) Aufſteigen des ſchwediſchen Littorals im bothniſchen Meerbuſen. Die letztere, durch ſichere hiſtoriſche Zeugniſſe wohl bewährte Erſcheinung darf ebenfalls nicht mit der Niveau-Veränderung des Bodens bei Erdbeben (wie an den Küſten von Chili und Cutſch) verwechſelt werden. Sie hat ganz neuerlich zu ähnlichen Beobachtungen in anderen Ländern Veranlaſſung gegeben. Dem Aufſteigen entſpricht bisweilen als Folge der Faltung der Erdſchichten ein

bemerkbares Sinken: ſo in Weſt-Grönland (nach Pingel und Graah), in Dalmatien und in Schonen.

Wenn man es für überaus wahrſcheinlich hält, daß im Jugendalter unſeres Planeten die oſcillirenden Bewegungen des Bodens, die Hebung und Senkung der Oberfläche intenſiver als jetzt waren; ſo darf man weniger erſtaunt ſein im Inneren der Continente ſelbſt noch einzelne Theile der Erdoberfläche zu finden, welche tiefer als der dermalige, überall gleiche Meeresſpiegel liegen. Beiſpiele dieſer Art bieten dar die vom General Andréoſſy beſchriebenen Natron-Seen, die kleinen bitteren Seen auf der Landenge von Suez, das caſpiſche Meer, der See Tiberias und vor allem das todte Meer[23]. Das Niveau der Waſſer in den beiden letzten Seen iſt 625 und 1230 Fuß niedriger als der Waſſerſpiegel des mittelländiſchen Meeres. Wenn man das Schuttland, welches die Steinſchichten in ſo vielen ebenen Gegenden der Erde bedeckt, plötzlich wegnehmen könnte, ſo würde ſich offenbaren, wie viele Theile der felſigen Erdoberfläche auch dermalen tiefer liegen als der jetzige Meeresſpiegel. Das periodiſche, wenn gleich unregelmäßig wechſelnde Steigen und Fallen der Waſſer des caſpiſchen Meeres, wovon ich ſelbſt in dem nördlichen Theile dieſes Beckens deutliche Spuren geſehen, ſcheint zu beweiſen[24], wie die Beobachtungen von Darwin in den Corallen-Meeren[25]: daß, ohne eigentliches Erbeben, der Erdboden noch jetzt derſelben ſanften und fortſchreitenden Oſcillationen fähig iſt, welche in der Urzeit, als die Dicke der ſchon erhärteten Erdrinde geringer war, ſehr allgemein geweſen ſind.

Die Erſcheinungen, auf welche wir hier die Aufmerkſamkeit heften, mahnen an die Unbeſtändigkeit der gegen-

wärtigen Ordnung der Dinge; an die Veränderungen, denen nach langen Zeit-Intervallen der Umriß und die Geſtaltung der Continente ſehr wahrſcheinlich unterworfen ſind. Was für die nächſten Menſchenalter kaum bemerkbar iſt, häuft ſich in Perioden an, von deren Länge uns die Bewegung ferner Himmelskörper das Maaß giebt. Seit 8000 Jahren iſt vielleicht das öſtliche Ufer der ſcandinaviſchen Halbinſel um 320 Fuß geſtiegen; in 12000 Jahren werden, wenn die Bewegung gleichmäßig iſt, Theile des Meerbodens, welche dem Ufer der Halbinſel nahe liegen und heute noch mit einer Waſſerſchicht von beinahe 50 Braſſen Dicke bedeckt ſind, an die Oberfläche kommen und anfangen trocken zu liegen. Was iſt aber die Kürze dieſer Zeiten gegen die Länge der geognoſtiſchen Perioden, welche die Schichtenfolge der Formationen und die Schaaren untergegangener, ganz verſchiedenartiger Organismen uns offenbaren! Wie wir hier nur das Phänomen der Hebung betrachten, ſo können wir, auf die Analogien beobachteter Thatſachen geſtützt, in gleichem Maaße auch die Möglichkeit des Sinkens, der Depreſſion ganzer Landſtriche annehmen. Die mittlere Höhe des nicht gebirgigen Theils von Frankreich beträgt noch nicht volle 480 Fuß. Mit älteren geognoſtiſchen Perioden verglichen, in denen größere Veränderungen im Innern des Erdkörpers vorgingen, gehört alſo eben nicht eine ſehr lange Zeit dazu, um ſich beträchtliche Theile vom nordweſtlichen Europa bleibend überſchwemmt, in ihren Littoral-Umriſſen weſentlich anders geſtaltet zu denken, als ſie es dermalen ſind.

Sinken und Steigen des Feſten oder des Flüſſigen — in ihrem einſeitigen Wirken ſo entgegengeſetzt, daß das

Steigen des einen das ſcheinbare Sinken des andern hervorruft — ſind die Urſach aller Geſtalt-Veränderungen der Continente. In einem allgemeinen Naturgemälde, bei einer freien, nicht einſeitigen Begründung der Erſcheinungen in der Natur muß daher wenigſtens auch der Möglichkeit einer Waſſer-Verminderung, eines wirklichen Sinkens des Meeresſpiegels Erwähnung geſchehen. Daß bei der ehemaligen erhöhten Temperatur der Erdoberfläche, bei der größeren, waſſerverſchluckenden Zerklüftung derſelben, bei einer ganz anderen Beſchaffenheit der Atmoſphäre einſt große Veränderungen im Niveau der Meere ſtatt gefunden haben, welche von der Zu- oder Abnahme des Tropfbar-Flüſſigen auf der Erde abhingen: iſt wohl keinem Zweifel unterworfen. In dem dermaligen Zuſtande unſres Planeten fehlt es aber bisher gänzlich an directen Beweiſen für eine reelle, fortdauernde Ab- oder Zunahme des Meeres; es fehlt auch an Beweiſen für allmälige Veränderungen der mittleren Barometerhöhe im Niveau der Meere an denſelben Beobachtungspunkten. Nach Dauſſy's und Antonio Nobile's Erfahrungen würde Vermehrung der Barometerhöhe ohnedies von ſelbſt eine Erniedrigung des Waſſerſpiegels hervorbringen. Da aber der mittlere Druck der Atmoſphäre im Niveau des Oceans aus meteorologiſchen Urſachen der Windesrichtung und Feuchtigkeit nicht unter allen Breiten derſelbe iſt, ſo würde das Barometer allein nicht einen ſicheren Zeugen der Niveau-Veränderung des Tropfbar-Flüſſigen abgeben. Die denkwürdigen Erfahrungen, nach denen im Anfange dieſes Jahrhunderts wiederholt einige Häfen des Mittelmeeres viele Stunden lang ganz trocken lagen, ſcheinen zu beweiſen, daß in ihrer Richtung und Stärke

veränderte Meeresſtrömungen, ohne wirkliche Waſſer-Vermindrung, ohne eine allgemeine Depreſſion des ganzen Oceans, ein örtliches Zurücktreten des Meeres und ein permanentes Trockenlegen von einem kleinen Theile des Littorals veranlaſſen können. Bei den Kenntniſſen, die wir neuerlichſt von dieſen verwickelten Erſcheinungen erlangt haben, muß man ſehr vorſichtig in ihrer Deutung ſein: da leicht einem der „alten Elemente", dem Waſſer, zugeſchrieben wird, was zwei anderen, der Erde oder der Luft, angehört.

Wie die Geſtaltung der Continente, die wir bisher in ihrer horizontalen Ausdehnung geſchildert haben, durch äußere Gliederung, d. i. vielfach eingeſchnittene Küſten-Umriſſe, einen wohlthätigen Einfluß auf das Klima, den Handel und die Fortſchritte der Cultur ausübt; ſo giebt es auch eine Art der inneren Gliederung durch ſenkrechte Erhebung des Bodens (Bergzüge und Hochebenen), welche nicht minder wichtige Folgen hat. Alles, was auf der Oberfläche des Planeten, dem Wohnſitze des Menſchengeſchlechts, Abwechſelung der Formen und Vielgeſtaltung (Polymorphie) erzeugt (neben den Bergketten große Seen, Grasſteppen, ſelbſt Wüſten, von Waldgegenden küſtenartig umgeben): prägt dem Völkerleben einen eigenthümlichen Charakter ein. Schneebedeckte Hochmaſſen hindern den Verkehr; aber ein Gemiſch von niedrigeren abgeſonderten Gebirgsgliedern [26] und Tiefländern, wie ſo glücklich ſie das weſtliche und ſüdliche Europa darbietet, vervielfältigt die meteorologiſchen Proceſſe, wie die Producte des Pflanzenreichs; es erzeugt auch, weil dann jedem Erdſtrich, ſelbſt unter denſelben Breitengraden, andre Culturen angehören, Bedürfniſſe, deren Befriedigung die Thätigkeit

der Einwohner anregt. So haben die furchtbaren Umwälzungen, welche in Folge einer Wirkung des Inneren gegen das Aeußere durch plötzliches Aufrichten eines Theils der oxydirten Erdrinde das Emporſteigen mächtiger Gebirgsketten veranlaßten, dazu gedient, nach Wiederherſtellung der Ruhe, nach dem Wieder-Erwachen ſchlummernder Organismen den Feſten beider Erdhälften einen ſchönen Reichthum individueller Bildungen zu verleihen; ihnen wenigſtens dem größeren Theile nach die öde Einförmigkeit zu nehmen, welche verarmend auf die phyſiſchen und intellectuellen Kräfte der Menſchheit einwirkt.

Jedem Syſteme [27] dieſer Bergketten iſt nach den großartigen Anſichten von Élie de Beaumont ein relatives Alter angewieſen: ſo daß das Aufſteigen der Bergkette nothwendig zwiſchen die Ablagerungszeiten der aufgerichteten und der bis zum Fuß der Berge ſich horizontal erſtreckenden Schichten fallen muß. Die Faltungen der Erdrinde (Aufrichtungen der Schichten), welche von gleichem geognoſtiſchen Alter ſind, ſcheinen ſich dazu einer und derſelben Richtung anzuſchließen. Die Streichungslinie der aufgerichteten Schichten iſt nicht immer der Achſe der Ketten parallel, ſondern durchſchneidet bisweilen dieſelbe: ſo daß dann, meiner Anſicht nach [28], das Phänomen der Aufrichtung der Schichten, die man ſelbſt in der angrenzenden Ebene wiederholt findet, älter ſein muß als die Hebung der Kette. Die Hauptrichtung des ganzen Feſtlandes von Europa (Südweſt gen Nordoſt) iſt den großen Erdſpalten entgegengeſetzt, welche ſich (Nordweſt gen Südoſt) von den Mündungen des Rheins und der Elbe durch das adriatiſche und rothe Meer, wie durch das Bergſyſtem des Puſchti-Koh in Luriſtan nach

dem perſiſchen Meerbuſen und dem indiſchen Ocean hinziehen. Ein ſolches faſt rechtwinkliges Durchkreuzen geodäſiſcher Linien hat einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Handelsverhältniſſe von Europa mit Aſien und dem nordweſtlichen Afrika, wie auf den Gang der Civiliſation an den vormals glücklicheren Ufern des Mittelmeers. [29]

Wenn mächtige und hohe Gebirgsketten als Zeugen großer Erdrevolutionen, als Grenzſcheiden der Klimate, als Waſſer-Vertheiler oder als Träger einer anderen Pflanzenwelt unſere Einbildungskraft beſchäftigen; ſo iſt es um ſo nothwendiger, durch eine richtige numeriſche Schätzung ihres Volums zu zeigen, wie gering im ganzen die Quantität der gehobenen Maſſen im Vergleich mit dem Areal ganzer Länder iſt. Die Maſſe der Pyrenäen z. B.: einer Kette, von der die mittlere Höhe des Rückens und der Flächeninhalt der Baſis, welche ſie bedeckt, durch genaue Meſſungen bekannt ſind; würde, auf das Areal von Frankreich geſtreut, letzteres Land nur um 108 Fuß erhöhen. Die Maſſe der öſtlichen und weſtlichen Alpenkette würde in ähnlichem Sinne die Höhe des Flachlandes von Europa nur um 20 Fuß vermehren. Durch eine mühevolle Arbeit [30], die aber ihrer Natur nach nur eine obere Grenze: d. i. eine Zahl giebt, welche wohl kleiner, aber nicht größer ſein kann, habe ich gefunden, daß der *Schwerpunkt des Volums* der über dem jetzigen Meeresſpiegel gehobenen Länder in Europa und Nordamerika 630 und 702, in Aſien und Südamerika 1062 und 1080 Fuß hoch liegt. Dieſe Schätzungen bezeichnen die Niedrigkeit der nördlichen Regionen; die großen Steppen des Flachlandes von Sibirien werden durch die ungeheure Anſchwellung des aſiatiſchen

Bodens zwiſchen den Breitengraden von 28° ½ bis 40°: zwiſchen dem Himalaya, dem nord-tübetiſchen Kuen-lün und dem Himmelsgebirge, compenſirt. Man lieſt gewiſſermaßen in den gefundenen Zahlen, wo die plutoniſchen Mächte des inneren Erdkörpers am ſtärkſten in der Hebung der Continental-Maſſen gewirkt haben.

Nichts kann uns Sicherheit geben, daß jene plutoniſchen Mächte im Lauf kommender Jahrhunderte den von Élie de Beaumont bisher aufgezählten Bergſyſtemen verſchiedenen Alters und verſchiedener Richtung nicht neue hinzufügen werden. Warum ſollte die Erdrinde ſchon die Eigenſchaft ſich zu falten verloren haben? Die faſt zuletzt hervorgetretenen Gebirgsſyſteme der Alpen und der Andeskette haben im Montblanc und Monte Roſa, im Sorata, Illimani und Chimborazo Coloſſe gehoben, welche eben nicht auf eine Abnahme in der Intenſität der unterirdiſchen Kräfte ſchließen laſſen. Alle geognoſtiſche Phänomene deuten auf periodiſche Wechſel von Thätigkeit und Ruhe.[31] Die Ruhe, die wir genießen, iſt nur eine ſcheinbare. Das Erdbeben, welches die Oberfläche unter allen Himmelsſtrichen, in jeglicher Art des Geſteins erſchüttert; das aufſteigende Schweden, die Entſtehung neuer Ausbruchs-Inſeln zeugen eben nicht für ein ſtilles Erdenleben.

Die beiden Umhüllungen der ſtarren Oberfläche unſres Planeten, die tropfbar-flüſſige und die luftförmige, bieten, neben den Contraſten, welche aus der großen Verſchiedenheit ihres Aggregat- und Elaſticitäts-Zuſtandes entſtehen, auch, wegen der Verſchiebbarkeit der Theile, durch ihre Strömungen und ihre Temperatur-Verhältniſſe mannigfaltige Analogien dar. Die Tiefe des Oceans und des

Luftmeeres ſind uns beide unbekannt. Im Ocean hat man an einigen Punkten, unter den Tropen, in einer Tiefe von 25300 Fuß (mehr als einer geographiſchen Meile) noch keinen Grund gefunden; im letzteren, falls es, wie Wollaſton will, begrenzt und alſo wellenſchlagend iſt, läßt das Phänomen der Dämmerung auf eine wenigſtens neunmal größere Tiefe ſchließen. Das Luftmeer ruht theils auf der feſten Erde: deren Bergketten und Hochebenen, wie wir ſchon oben bemerkt, als grüne, waldbewachſene Untiefen aufſteigen; theils auf dem Ocean: deſſen Oberfläche den beweglichen Boden bildet, auf dem die unteren dichteren, waſſergetränkten Luftſchichten gelagert ſind.

Von der Grenze beider, des Luftmeeres und des Oceans, an aufwärts und abwärts ſind Luft- und Waſſerſchichten beſtimmten Geſetzen der Wärme-Abnahme unterworfen. In dem Luftmeer iſt dieſe Wärme-Abnahme um vieles langſamer als im Ocean. Das Meer hat unter allen Zonen eine Tendenz die Wärme ſeiner Oberfläche in den der Luft nächſten Waſſerſchichten zu bewahren, da die erkalteten Theile als die ſchwereren hinabſteigen. Eine große Reihe ſorgfältiger Temperatur-Beobachtungen lehrt, daß in dem gewöhnlichen und mittleren Zuſtande ſeiner Oberfläche der Ocean, vom Aequator an bis 48° nördlicher und ſüdlicher Breite, etwas wärmer iſt als die zunächſt liegenden Luftſchichten.[32] Wegen der mit der Tiefe abnehmenden Temperatur können Fiſche und andere Bewohner des Meeres, die vielleicht wegen der Natur ihrer Kiemen- und Haut-Reſpiration tiefe Waſſer lieben, ſelbſt unter den Wendekreiſen nach Willkühr die niedrige Temperatur, das kühle Klima finden, welche ihnen in höheren Breiten unter der gemäßigten und kalten

Zone vorzugsweiſe zuſagten. Dieſer Umſtand, analog der milden, ja ſelbſt kalten Alpenluft auf den Hochebenen der heißen Zone, übt einen weſentlichen Einfluß aus auf die Migration und die geographiſche Verbreitung vieler Seethiere. Die Tiefe, in der die Fiſche leben, modificirt durch vermehrten Druck gleichmäßig ihre Haut-Reſpiration und den Sauer- und Stickſtoff-Gehalt der Schwimmblaſe.

Da ſüßes und ſalziges Waſſer nicht bei derſelben Temperatur das Maximum ihrer Dichtigkeit erreichen und der Salzgehalt des Meeres den Thermometergrad der *größten Dichtigkeit* herabzieht, ſo hat man auf den Reiſen von Kotzebue und Dupetit-Thouars aus den pelagiſchen Abgründen Waſſer ſchöpfen können, welche die niedrige Temperatur von 2°,8 und 2°,5 hatten. Dieſe eiſige Temperatur des Meerwaſſers herrſcht auch in der Tiefe der Tropenmeere: und ihre Exiſtenz hat zuerſt auf die Kenntniß der unteren Polarſtröme geleitet, die von den beiden Polen gegen den Aequator hin gerichtet ſind. Ohne dieſe *unterſeeiſche* Zuſtrömung würden die Tropenmeere in jenen Abgründen nur diejenige Temperatur haben können, welche dem Maximum der Kälte gleich iſt, die örtlich die herabſinkenden Waſſertheilchen an der wärmeſtrahlenden und durch Luft-Contact erkälteten Oberfläche im Tropenklima erlangen. In dem mittelländiſchen Meere wird, wie Arago ſcharfſinnig bemerkt, die große Erkältung der unteren Waſſerſchichten bloß darum nicht gefunden, weil das Eindringen des tiefen Polarſtromes in die Straße von Gibraltar, wo an der Oberfläche das atlantiſche Meer von Weſten gen Oſten einſtrömt, durch eine oſt-weſtliche *untere*

Gegenſtrömung des mittelländiſchen Meeres in den atlantiſchen Ocean gehindert wird.

Die, im allgemeinen die Klimate ausgleichende und mildernde tropfbar-flüſſige Umhüllung unſers Planeten zeigt da, wo ſie nicht von pelagiſchen Strömen kalter und warmer Waſſer durchfurcht wird, fern von den Küſten in der Tropenzone, beſonders zwiſchen 10° nördlicher und 10° ſüdlicher Breite: in Strecken, die Tauſende von Quadratmeilen einnehmen, eine bewundernswürdige Gleichheit und Beſtändigkeit der Temperatur.[33] Man hat daher mit Recht geſagt[34], daß eine genaue und lange fortgeſetzte Ergründung dieſer thermiſchen Verhältniſſe der Tropenmeere uns auf die einfachſte Weiſe über das große, vielfach beſtrittene Problem der Conſtanz der Klimate und der Erdwärme unterrichten könne. Große Revolutionen auf der leuchtenden Sonnenſcheibe würden ſich demnach, wenn ſie von langer Dauer wären, gleichſam in der veränderten mittleren Meereswärme, ſicherer noch als in den mittleren Temperaturen der Feſte, reflectiren. Die Zonen, in welchen die Maxima der Dichte (des Salzgehalts) und der Temperatur liegen, fallen nicht mit dem Aequator zuſammen. Beide Maxima ſind von einander getrennt, und die wärmſten Waſſer ſcheinen zwei nicht ganz parallele Banden nördlich und ſüdlich vom geographiſchen Aequator zu bilden. Das Maximum des Salzgehalts fand Lenz, auf ſeiner Reiſe um die Erde, im ſtillen Meere in 22° nördlicher und 17° ſüdlicher Breite. Wenige Grade ſüdlich von der Linie lag ſogar die Zone des geringſten Salzgehaltes. In den Regionen der Windſtille kann die Sonnenwärme wenig die Verdunſtung befördern, weil eine mit Salzdunſt geſchwängerte

Luftſchicht dort unbewegt und unerneuert auf der Oberfläche des Meeres ruht.

Die Oberfläche aller mit einander zuſammenhangenden Meere muß *im allgemeinen* hinſichtlich ihrer mittleren Höhe als vollkommen in Niveau ſtehend betrachtet werden. Oertliche Urſachen (wahrſcheinlich herrſchende Winde und Strömungen) haben aber in einzelnen tief-eingeſchnittenen Buſen, z. B. im rothen Meere, permanente, wenn gleich geringe Verſchiedenheiten des Niveau's hervorgebracht. An der Landenge von Suez beträgt der höhere Stand der Waſſer über denen des Mittelmeers zu verſchiedener Tagesſtunde 24 und 30 Fuß. Die Form des Canals (Bab-el-Mandeb), durch welchen die indiſchen Waſſer leichter ein- als ausſtrömen können, ſcheint zu dieſer merkwürdigen permanenten, ſchon im Alterthum bekannten Erhöhung der Oberfläche des rothen Meeres mit beizutragen.[35] Die vortrefflichen geodätiſchen Operationen von Coraboeuf und Delcros zeigen längs der Kette der Pyrenäen wie zwiſchen den Küſten von Nord-Holland und Marſeille keine bemerkbare Verſchiedenheit der Gleichgewichts-Oberfläche des Oceans und des Mittelmeers.[36]

Störungen des Gleichgewichts und die dadurch erregte Bewegung der Waſſer ſind: theils unregelmäßig und vorübergehend vom Winde abhängig, und Wellen erzeugend, die fern von den Küſten im offenen Meere, im Sturm, über 35 Fuß Höhe anſteigen; theils regelmäßig und periodiſch durch die Stellung und Anziehung der Sonne und des Monds bewirkt (Ebbe und Fluth); theils permanent, doch in ungleicher Stärke, als pelagiſche Strömung. Die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth, über alle Meere verbreitet (außer den

kleinen und ſehr eingeſchloſſenen, wo die Fluthwelle kaum oder gar nicht merklich wird), ſind durch die Newton'ſche Naturlehre vollſtändig erklärt, d. h. „in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt". Jede dieſer periodiſch wiederkehrenden Schwankungen des Meerwaſſers iſt etwas länger als ein halber Tag. Wenn ſie im offenen Weltmeer kaum die Höhe von einigen Fußen betragen, ſo ſteigen ſie als Folge der Configuration der Küſten, die ſich der kommenden Fluthwelle entgegenſetzen, in St. Malo zu 50, in Acadien zu 65 bis 70 Fuß. „Unter der Vorausſetzung, daß die Tiefe des Meeres vergleichungsweiſe mit dem Halbmeſſer der Erde nicht bedeutend ſei: hat die Analyſe des großen Geometers Laplace bewieſen, wie die Stetigkeit des Gleichgewichts des Meeres fordere, daß die Dichte ſeiner Flüſſigkeit kleiner ſei als die mittlere Dichte der Erde. In der That iſt die letztere, wie wir oben geſehen, fünfmal ſo groß als die des Waſſers. Das hohe Land kann alſo nie überfluthet werden, und die auf den Gebirgen gefundenen Ueberreſte von Seethieren können keinesweges durch ehemals höhere Fluthen (durch die Stellung der Sonne und des Mondes veranlaßt) in dieſe Lage gekommen ſein."[37] Es iſt kein geringes Verdienſt der Analyſe, die in den unwiſſenſchaftlichen Kreiſen des ſogenannten bürgerlichen Lebens vornehm verſchmäht wird, daß Laplace's vollendete Theorie der Ebbe und Fluth es möglich gemacht hat in unſeren aſtronomiſchen Ephemeriden die Höhe der bei jedem Neu- und Vollmonde zu erwartenden Springfluthen vorherzuverkündigen und ſo die Küſtenbewohner auf die eintretende, beſonders bei der Mondnähe noch vermehrte Gefahr aufmerkſam zu machen.

Oceaniſche Strömungen, welche einen ſo wichtigen Einfluß auf den Verkehr der Nationen und auf die klimatiſchen Verhältniſſe der Küſten ausüben, ſind faſt gleichzeitig von einer Menge ſehr verſchiedenartiger, theils großer, theils ſcheinbar kleiner Urſachen abhängig. Dahin gehören: die um die Erde fortſchreitende Erſcheinungszeit der Ebbe und Fluth, die Dauer und Stärke der herrſchenden Winde, die durch Wärme und Salzgehalt unter verſchiedenen Breiten und Tiefen modificirte Dichte und ſpecifiſche Schwere der Waſſertheilchen [38], die von Oſten nach Weſten ſucceſſiv eintretenden und unter den Tropen ſo regelmäßigen, ſtündlichen Variationen des Luftdruckes. Die Strömungen bieten das merkwürdige Schauſpiel dar, daß ſie von beſtimmter Breite in verſchiedenen Richtungen das Meer flußartig durchkreuzen, während daß nahe Waſſerſchichten unbewegt gleichſam das Ufer bilden. Dieſer Unterſchied der bewegten und ruhenden Theile iſt am auffallendſten, wo lange Schichten von fortgeführtem Seetang die Schätzung der Geſchwindigkeit der Strömung erleichtern. In den unteren Schichten der Atmoſphäre bemerkt man bei Stürmen bisweilen ähnliche Erſcheinungen der begrenzten Luftſtrömung. Mitten im dichten Walde werden die Bäume nur in einem ſchmalen Längenſtreifen umgeworfen.

Die allgemeine Bewegung der Meere zwiſchen den Wendekreiſen von Oſten nach Weſten (Aequatorial- oder Rotations-Strom genannt) wird als eine Folge der fortſchreitenden Fluthzeit und der Paſſatwinde betrachtet. Sie verändert ihre Richtung durch den Widerſtand, welchen ſie an den vorliegenden öſtlichen Küſten der Continente findet. Das neue Reſultat, welches Dauſſy aus der

Bewegung aufgefangener, von Reiſenden abſichtlich ausgeworfener Flaſchen geſchöpft hat, ſtimmt bis auf $^1/_{18}$ mit der Schnelligkeit der Bewegung überein (10 franzöſiſche milles marins, jedes zu 952 Toiſen, alle 24 Stunden), welche ich nach der Vergleichung früherer Erfahrungen gefunden[39] hatte. Schon in dem Schiffsjournal ſeiner dritten Reiſe (der erſten, in welcher er gleich im Meridian der canariſchen Inſeln in die Tropengegend zu gelangen ſuchte) ſagt Chriſtoph Columbus[40]: „ich halte es für ausgemacht, daß die Meereswaſſer ſich von Oſten gen Weſten bewegen, wie der Himmel (las aguas van con los cielos)“; d. i. wie die ſcheinbare Bewegung von Sonne, Mond und allen Geſtirnen.

Die ſchmalen Ströme, wahre oceaniſche Flüſſe, welche die Weltmeere durchſtreifen, führen warme Waſſer in höhere, oder kalte Waſſer in niedere Breiten. Zu der erſten Claſſe gehört der berühmte, von Anghiera[41] und beſonders von Sir Humfrey Gilbert bereits im ſechzehnten Jahrhundert erkannte atlantiſche Golfſtrom[42]: deſſen erſter Anfang und Impuls ſüdlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung zu ſuchen iſt, und der in ſeinem großen Kreislaufe aus dem Meer der Antillen und dem mexicaniſchen Meerbuſen durch die Bahama-Straße ausmündet; von Süd-Süd-Weſt gen Nord-Nord-Oſt gerichtet, ſich immer mehr und mehr von dem Littoral der Vereinigten Staaten entfernt und, bei der Bank von Neufundland oſtwärts abgelenkt, häufig tropiſche Saamen (Mimosa scandens, Guilandina bonduc, Dolichos urens) an die Küſten von Irland, von den Hebriden und von Norwegen wirft. Seine nordöſtlichſte Verlängerung trägt wohlthätig zu der minderen Kälte des

Seewaſſers und des Klima's an dem nördlichſten Cap von Scandinavien bei. Wo der warme Golfſtrom ſich von der Bank von Neufundland gegen Oſten wendet, ſendet er[43] unweit der Azoren einen Arm gegen Süden. Dort liegt das Sargaſſo-Meer: die große Fucus-Bank, welche ſo lebhaft die Einbildungskraft von Chriſtoph Columbus beſchäftigte und welche Oviedo die Tang-Wieſen (Praderias de yerva) nennt. Eine Unzahl kleiner Seethiere bewohnen dieſe ewig grünenden, von lauen Lüften hin und her bewegten Maſſen von Fucus natans, einer der verbreitetſten unter den geſelligen Pflanzen des Meeres.

Das Gegenſtück zu dieſem, faſt ganz der nördlichen Hemiſphäre zugehörigen Strom im atlantiſchen Meeresthale zwiſchen Afrika, Amerika und Europa bildet eine Strömung in der Südſee, deren niedrige, auch auf das Klima des Littorals bemerkbar einwirkende Temperatur ich im Herbſt 1802 zuerſt aufgefunden habe. Sie bringt die kalten Waſſer der hohen ſüdlichen Breiten an die Küſten von Chili, folgt den Küſten dieſes Landes und denen von Peru erſt von Süden gegen Norden, dann (von der Bucht bei Arica an) von Süd-Süd-Oſt gegen Nord-Nord-Weſt. Mitten in der Tropengegend hat dieſer kalte oceaniſche Strom zu gewiſſen Jahreszeiten nur 15°,6 (12°½ R.), während daß die ruhenden Waſſer außerhalb des Stromes eine Temperatur von 27°,5 und 28°,7 (22—23° R.) zeigen. Wo das Littoral von Südamerika, ſüdlich von Payta, am meiſten gegen Weſten vorſpringt, beugt der Strom ſich plötzlich in derſelben Richtung von dem Lande ab, von Oſten gegen Weſten gewandt: ſo daß man, weiter nach Norden ſchiffend, von dem kalten Waſſer plötzlich in das warme gelangt.

Man weiß nicht, wie weit die oceaniſchen Ströme, warme und kalte, gegen den Meeresboden hin ihre Bewegung fortpflanzen. Die Ablenkung der ſüd-afrikaniſchen Strömung durch die, volle 70—80 Braſſen tiefe Lagullas-Bank ſcheint eine ſolche Fortpflanzung zu erweiſen. Sandbänke und Untiefen, außerhalb der Strömungen gelegen, ſind mehrentheils, nach der Entdeckung des edlen Benjamin Franklin, durch die Kälte der Waſſer erkennbar, welche auf denſelben ruhen. Dieſe Erniedrigung der Temperatur ſcheint mir in dem Umſtande gegründet, daß durch Fortpflanzung der Bewegung des Meeres tiefe Waſſer an den Rändern der Bänke aufſteigen und ſich mit den oberen vermiſchen. Mein verewigter Freund Sir Humphry Davy dagegen ſchrieb die Erſcheinung, von der die Seefahrer oft für die Sicherheit der Schifffahrt praktiſchen Nutzen ziehen könnten, dem Herabſinken der an der Oberfläche nächtlich erkalteten Waſſertheilchen zu. Dieſe bleiben der Oberfläche näher, weil die Sandbank ſie hindert in größere Tiefe herabzuſinken. Das Thermometer iſt durch Franklin in ein Senkblei umgewandelt. Auf den Untiefen entſtehen häufig Nebel, da ihre kälteren Waſſer den Dunſt aus der Seeluft niederſchlagen. Solche Nebel habe ich, im Süden von Jamaica und auch in der Südſee, den Umriß von Bänken ſcharf und fern erkennbar bezeichnen geſehen. Sie ſtellen ſich dem Auge wie Luftbilder dar, in welchen ſich die Geſtaltungen des unterſeeiſchen Bodens abſpiegeln. Eine noch merkwürdigere Wirkung der waſſer-erkältenden Untiefen iſt die, daß ſie, faſt wie flache Corallen- oder Sandinſeln, auch auf die höheren Luftſchichten einen bemerkbaren Einfluß ausüben. Fern von allen Küſten, auf dem hohen

Meere, bei ſehr heiterer Luft: ſieht man oft Wolken ſich über die Punkte lagern, wo die Untiefen gelegen ſind. Man kann dann, wie bei einem hohen Gebirge, bei einem iſolirten Pic, ihre Richtung mit dem Compaß aufnehmen.

Aeußerlich minder geſtaltenreich als die Oberfläche der Continente, bietet das Weltmeer bei tieferer Ergründung ſeines Innern vielleicht eine reichere Fülle des organiſchen Lebens dar, als irgendwo auf dem Erdraume zuſammengedrängt iſt. Mit Recht bemerkt in dem anmuthigen Journal ſeiner weiten Seereiſen Charles Darwin, daß unſere Wälder nicht ſo viele Thiere bergen als die niedrige Waldregion des Oceans: wo die am Boden wurzelnden Tang-Geſträuche der Untiefen oder die frei ſchwimmenden, durch Wellenſchlag und Strömung losgeriſſenen Fucus-Zweige ihr zartes, durch Luftzellen emporgehobenes Laub entfalten. Durch Anwendung des Microſcops ſteigert ſich noch mehr, und auf eine bewundernswürdige Weiſe, der Eindruck der Allbelebtheit des Oceans: das überraſchende Bewußtſein, daß überall ſich hier Empfindung regt. In Tiefen, welche die Höhe unſerer mächtigſten Gebirgsketten überſteigen, iſt jede der auf einander gelagerten Waſſerſchichten mit polygaſtriſchen Seegewürmen, Cyclidien und Ophrydinen belebt. Hier ſchwärmen, jede Welle in einen Lichtſaum verwandelnd und durch eigene Witterungs-Verhältniſſe an die Oberfläche gelockt, die zahlloſe Schaar kleiner, funkelnd-blitzender Leuchtthiere: Mammarien aus der Ordnung der Acalephen, Cruſtaceen, Peridinium und kreiſende Nereidinen.

Die Fülle dieſer kleinen Thiere und des animaliſchen Stoffes, den ihre ſchnelle Zerſtörung liefert, iſt ſo unermeßlich, daß das ganze Meerwaſſer für viele größere

Seegeſchöpfe eine nährende Flüſſigkeit wird. Wenn ſchon der Reichthum an belebten Formen, die Unzahl der verſchiedenartigſten microſcopiſchen und doch theilweiſe ſehr ausgebildeten Organismen die Phantaſie anmuthig beſchäftigt; ſo wird dieſe noch auf eine ernſtere, ich möchte ſagen feierlichere Weiſe angeregt durch den Anblick des Grenzenloſen und Unermeßlichen, welchen jede Seefahrt darbietet. Wer, zu geiſtiger Selbſtthätigkeit erweckt, ſich gern eine eigene Welt im Innern bauet, den erfüllt der Schauplatz des freien, offenen Meeres mit dem erhabenen Bilde des Unendlichen. Sein Auge feſſelt vorzugsweiſe der ferne Horizont: wo unbeſtimmt wie im Dufte Waſſer und Luft an einander grenzen, in den die Geſtirne hinabſteigen und aus dem ſie ſich erneuern vor dem Schiffenden. Zu dem ewigen Spiel dieſes Wechſels miſcht ſich, wie überall bei der menſchlichen Freude, ein Hauch wehmüthiger Sehnſucht.

Eigenthümliche Vorliebe für das Meer; dankbare Erinnerung an die Eindrücke, die mir das bewegliche Element, zwiſchen den Wendekreiſen, in friedlicher, nächtlicher Ruhe oder aufgeregt im Kampf der Naturkräfte gelaſſen: haben allein mich beſtimmen können den individuellen Genuß des Anblicks vor dem wohlthätigen Einfluſſe zu nennen, welchen unbeſtreitbar der Contact mit dem Weltmeer auf die Ausbildung der Intelligenz und des Charakters vieler Völkerſtämme, auf die Vervielfältigung der Bande, die das ganze Menſchengeſchlecht umſchlingen ſollen, auf die Möglichkeit zur Kenntniß der Geſtaltung des Erdraums zu gelangen, endlich auf die Vervollkommnung der Aſtronomie und aller mathematiſchen und phyſikaliſchen Wiſſenſchaften ausgeübt hat. Ein Theil dieſes Einfluſſes war anfangs

auf das Mittelmeer und die Geſtade des ſüdweſtlichen Aſiens beſchränkt; aber von dem ſechzehnten Jahrhundert an hat er ſich weit verbreitet, und auf Völker erſtreckt, die fern vom Meere im Innern der Continente leben. Seitdem Columbus [44] „den Ocean zu entfeſſeln geſandt war“ (ſo rief ihm auf ſeinem Krankenlager, im Traumgeſicht am Fluſſe Belem, eine unbekannte Stimme zu), hat auch der Menſch ſich geiſtig freier in unbekannte Regionen gewagt.

Die zweite, und zwar äußerſte und allgemein verbreitete Umhüllung unſeres Planeten: das Luftmeer, auf deſſen niederem Boden oder Untiefen (Hochebenen und Bergen) wir leben, bietet ſechs Claſſen der Naturerſcheinungen dar, welche den innigſten Zuſammenhang mit einander zeigen: und aus der chemiſchen Zuſammenſetzung der Atmoſphäre; aus den Veränderungen der Diaphanität, Polariſation und Färbung; aus denen der Dichtigkeit oder des Druckes, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Electricität entſtehen. Enthält die Luft im Sauerſtoff das erſte Element des phyſiſchen Thierlebens, ſo muß in ihrem Daſein noch eine andere Wohlthat, man möchte ſagen höherer Art, bezeichnet werden. Die Luft iſt die „Trägerinn des Schalles“: alſo auch die Trägerinn der Sprache, der Mittheilung der Ideen, der Geſelligkeit unter den Völkern. Wäre der Erdball der Atmoſphäre beraubt, wie unſer Mond, ſo ſtellte er ſich uns in der Phantaſie als eine klangloſe Einöde dar.

Das Verhältniß der Stoffe, welche den uns zugänglichen Schichten des Luftkreiſes angehören, iſt ſeit dem Anfange des neunzehnten Jahrhunderts ein Gegenſtand von Unterſuchungen geweſen, an denen Gay-Luſſac und

ich einen thätigen Antheil genommen haben. Erſt ganz neuerlich hat durch die vortrefflichen Arbeiten von Dumas und Bouſſingault auf neuen und ſicheren Wegen die chemiſche Analyſe der Atmoſphäre einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht. Nach dieſer Analyſe enthält die trockene Luft im Volum 20,8 Sauerſtoff und 79,2 Stickſtoff; dazu 2 bis 5 Zehntauſendtheile Kohlenſäure, eine noch kleinere Quantität von gekohltem Waſſerſtoff [45], und nach den wichtigen Verſuchen von Sauſſure und Liebig Spuren von Ammoniacal-Dämpfen [46], die den Pflanzen ihre stickſtoffhaltige Beſtandtheile liefern. Daß der Sauerſtoff-Gehalt nach Verſchiedenheit der Jahreszeiten oder der örtlichen Lage auf dem Meere und im Inneren eines Continents um eine kleine, aber bemerkbare Menge variire, iſt durch einige Beobachtungen von Lewy wahrſcheinlich geworden. Man begreift, daß Veränderungen, welche microſcopiſche animaliſche Organismen in der in dem Waſſer aufgelöſten Sauerſtoff-Menge hervorbringen, Veränderungen in den Luftſchichten nach ſich ziehen können, die zunächſt auf dem Waſſer ruhen. [47] In einer Höhe von 8226 Fuß (Faulhorn) war die durch Martins geſammelte Luft nicht ſauerſtoffärmer als die Luft zu Paris. [48]

Die Beimiſchung des kohlenſauren Ammoniaks in der Atmoſphäre darf man wahrſcheinlich für älter halten als das Daſein der organiſchen Weſen auf der Oberfläche der Erde. Die Quellen der Kohlenſäure [49] in dem Luftkreiſe ſind überaus mannigfaltig. Wir nennen hier zuerſt die Reſpiration der Thiere, welche den ausgehauchten Kohlenſtoff aus der vegetabiliſchen Nahrung, wie die Vegetabilien aus dem Luftkreiſe, empfangen; das Innere der Erde in

der Gegend ausgebrannter Vulkane und die Thermalquellen; die Zerſetzung einer kleinen Beimiſchung gekohlten Waſſerſtoffs in der Atmoſphäre durch die in der Tropengegend ſo viel häufigere electriſche Entladung der Wolken. Außer den Stoffen, die wir ſo eben als der Atmoſphäre in allen uns zugänglichen Höhen eigenthümlich genannt haben, finden ſich noch zufällig, beſonders dem Boden nahe, andere ihr beigeſellt, welche theilweiſe als Miasmen und gasförmige Contagien auf die thieriſche Organiſation gefahrbringend wirken. Ihre chemiſche Natur iſt uns bisher nicht durch unmittelbare Zerlegung erwieſen; wir können aber, durch Betrachtung der Verweſungs-Proceſſe, welche perpetuirlich auf der mit Thier- und Pflanzenſtoffen bedeckten Oberfläche unſeres Planeten vorgehen, wie durch Combinationen und Analogien aus dem Gebiete der Pathologie geleitet, auf das Daſein ſolcher ſchädlichen örtlichen Beimiſchungen ſchließen. Ammoniacaliſche und andere ſtickſtoffhaltige Dämpfe, Schwefel-Waſſerſtoff-Säure, ja Verbindungen, die den vielbaſigen (ternären und quaternären) des Pflanzenreichs [50] ähnlich ſind: können Miasmen bilden, welche unter mannigfaltiger Geſtaltung (keinesweges bloß auf naſſem Sumpfboden oder am Meeresſtrande, wo er mit faulenden Mollusken oder mit niedrigen Gebüſchen von Rhizophora mangle und Avicennien bedeckt iſt) Tertiärfieber, ja Typhus erregen. Nebel, welche einen eigenthümlichen Geruch verbreiten, erinnern uns in gewiſſen Jahreszeiten an jene zufälligen Beimiſchungen des unteren Luftkreiſes. Winde und der durch die Erwärmung des Bodens erregte aufſteigende Luftſtrom erheben ſelbſt feſte, aber in feinen Staub zerfallene Subſtanzen zu beträchtlicher

Höhe. Der die Luft auf einem weiten Areal trübende Staub, der um die capverdiſchen Inſeln niederfällt und auf welchen Darwin mit Recht aufmerkſam gemacht hat, enthält nach Ehrenberg's Entdeckung eine Unzahl kieſelgepanzerter Infuſorien.

Als Hauptzüge eines allgemeinen Naturgemäldes der Atmoſphäre erkennen wir: 1) in den Veränderungen des Luftdruckes die regelmäßigen, zwiſchen den Tropen ſo leicht bemerkbaren ſtündlichen Schwankungen: eine Art Ebbe und Fluth der Atmoſphäre, welche nicht der Maſſen-Anziehung [51] des Mondes zugeſchrieben werden darf, und nach der geographiſchen Breite, den Jahreszeiten und der Höhe des Beobachtungsortes über dem Meeresſpiegel ſehr verſchieden iſt; 2) in der klimatiſchen Wärme-Vertheilung die Wirkung der relativen Stellung der durchſichtigen und undurchſichtigen Maſſen (der flüſſigen und feſten Oberflächenräume), wie der hypſometriſchen Configuration der Continente: Verhältniſſe, welche die geographiſche Lage und Krümmung der Iſothermen-Linien (Curven gleicher mittlerer jährlicher Temperatur) in horizontaler oder verticaler Richtung, in der Ebene oder in den über einander gelagerten Luftſchichten beſtimmen; 3) in der Vertheilung der Luftfeuchtigkeit die Betrachtung der quantitativen Verhältniſſe nach Verſchiedenheit der feſten und der oceaniſchen Oberfläche, der Entfernung vom Aequator und von dem Niveau des Meeres; die Formen des niedergeſchlagenen Waſſerdampfes, und den Zuſammenhang dieſer Niederſchläge mit den Veränderungen der Temperatur und der Richtung wie der Folge der Winde; 4) in den Verhältniſſen der Luft-Electricität, deren erſte Quelle bei heiterem Himmel

noch ſehr beſtritten wird: das Verhältniß der aufſteigenden Dämpfe zur electriſchen Ladung und Geſtalt der Wolken nach Maaßgabe der Tages- und Jahreszeit, der kalten und warmen Erdzonen, der Tief- und Hochebenen; die Frequenz und Seltenheit der Gewitter, ihre Periodicität und Ausbildung im Sommer und Winter; den Cauſalzuſammenhang der Electricität mit dem ſo überaus ſeltenen nächtlichen Hagel, wie mit den von Peltier ſo ſcharfſinnig unterſuchten Wetterſäulen (Waſſer- und Sandhoſen).

Die ſtündlichen Schwankungen des Barometers, in welchen daſſelbe unter den Tropen zweimal (9 Uhr oder 9¼ Uhr Morgens und 10½ oder 10¾ Uhr Abends) am höchſten und zweimal (um 4 Uhr oder 4¼ Uhr Nachmittags und um 4 Uhr Morgens, alſo faſt in der heißeſten und kälteſten Stunde) am niedrigſten ſteht, ſind lange der Gegenſtand meiner ſorgfältigſten, täglichen und nächtlichen Beobachtungen geweſen.[52] Ihre Regelmäßigkeit iſt ſo groß, daß man, beſonders in den Tagesſtunden, die Zeit nach der Höhe der Queckſilberſäule beſtimmen kann, ohne ſich im Durchſchnitt um 15 bis 17 Minuten zu irren. In der heißen Zone des Neuen Continents: an den Küſten, wie auf Höhen von mehr als 12000 Fuß über dem Meere, wo die mittlere Temperatur auf 7° herabſinkt, habe ich die Regelmäßigkeit der Ebbe und Fluth des Luftmeers weder durch Sturm, noch durch Gewitter, Regen und Erdbeben geſtört gefunden. Die Größe der täglichen Oſcillationen nimmt vom Aequator bis zu 70° nördlicher Breite, unter der wir die ſehr genauen von Bravais zu Boſekop gemachten Beobachtungen beſitzen[53], von 1,32 Lin. bis 0,18 Lin. ab. Daß dem Pole viel näher der mittlere Barometerſtand

wirklich um 10 Uhr Morgens geringer ſei als um 4 Uhr Nachmittags, ſo daß die Wendeſtunden ihren Einfluß mit einander vertauſchen, iſt aus Parry's Beobachtungen im Hafen Bowen (73° 14′) keinesweges zu ſchließen.

Die mittlere Barometerhöhe iſt, wegen des aufſteigenden Luftſtroms, unter dem Aequator und überhaupt unter den Wendekreiſen etwas geringer [54] als in der gemäßigten Zone; ſie ſcheint ihr Maximum im weſtlichen Europa in den Parallelen von 40° und 45° zu erreichen. Wenn man mit Kämtz diejenigen Orte, welche denſelben mittleren Unterſchied zwiſchen den monatlichen Barometer-Extremen darbieten, durch iſobarometriſche Linien mit einander verbindet, ſo entſtehen dadurch Curven, deren geographiſche Lage und Krümmungen wichtige Aufſchlüſſe über den Einfluß der Ländergeſtaltung und Meerverbreitung auf die Oſcillationen der Atmoſphäre gewähren. Hinduſtan mit ſeinen hohen Bergketten und triangularen Halbinſeln, die Oſtküſte des Neuen Continents, da wo der warme Golfſtrom bei Neufundland ſich öſtlich wendet, zeigen größere iſobarometriſche Schwankungen als die Antillen und das weſtliche Europa. Die herrſchenden Winde üben den hauptſächlichſten Einfluß auf die Verminderung des Luftdrucks aus; dazu nimmt mit derſelben, wie wir ſchon oben erwähnt, nach Dauſſy, die mittlere Höhe des Meeres zu. [55]

Da die wichtigſten ſowohl, nach Stunden und Jahreszeiten regelmäßig wiederkehrenden, als die zufälligen, oft gewaltſamen und gefahrbringenden [56] Veränderungen des Luftdrucks, wie alle ſogenannten Witterungs-Erſcheinungen, ihre Haupturſach in der wärmenden Kraft der Sonnenſtrahlen haben; ſo hat man früh, zum Theil nach

Lambert's Vorſchlag, die Windrichtungen mit den Barometerſtänden, den Abwechſelungen der Temperatur, der Zu- und Abnahme der Feuchtigkeit verglichen. Tafeln des Luftdrucks bei verſchiedenen Winden, mit dem Namen *barometriſcher Windroſen* bezeichnet, gewähren einen tieferen Blick[57] in den Zuſammenhang meteorologiſcher Phänomene. Mit bewundernswürdigem Scharfſinn erkannte Dove in dem *Drehungsgeſetze der Winde* beider Hemiſphären, das er aufſtellte, die Urſach vieler großartigen Veränderungen (Proceſſe) im Luft-Ocean[58]. Die Temperatur-Differenz zwiſchen den dem Aequator und den den Polen nahen Gegenden erzeugt zwei entgegengeſetzte Strömungen in den oberen Regionen der Atmoſphäre und an der Erdoberfläche. Wegen Verſchiedenheit der Rotations-Geſchwindigkeit der dem Pole oder dem Aequator näher liegenden Punkte wird die vom Pole herſtrömende Luft öſtlich, der Aequatorial-Strom aber weſtlich abgelenkt. Von dem Kampfe dieſer beiden Ströme, dem Ort des Herabkommens des höheren, dem abwechſelnden Verdrängen des einen durch den anderen hangen die größten Phänomene des Luftdrucks, der Erwärmung und Erkältung der Luftſchichten, der wäßrigen Niederſchläge, ja, wie Dove genau dargeſtellt hat, die Bildung der Wolken und ihre Geſtaltung ab. Die Wolkenform, eine alles belebende Zierde der Landſchaft, wird Verkündigerinn deſſen, was in der oberen Luftregion vorgeht: ja bei ruhiger Luft, am heißen Sommerhimmel auch das „projicirte Bild" des wärmeſtrahlenden Bodens.

Wo dieſer Einfluß der Wärmeſtrahlung durch die relative Stellung großer *continentaler* und *oceaniſcher* Flächen bedingt iſt, wie zwiſchen der Oſtküſte von Afrika

und der Weſtküſte der indiſchen Halbinſel: mußte dieſe, ſich mit der Declination der Sonne periodiſch verändernde Windesrichtung in den indiſchen Monſunen[59], dem Hippalos der griechiſchen Seefahrer, am früheſten erkannt und benutzt werden. In einer, gewiß ſeit Jahrtauſenden in Hinduſtan und China verbreiteten Kenntniß der Monſune, im arabiſchen öſtlichen und malayiſchen weſtlichen Meere, lag, wie in der noch älteren und allgemeineren Kenntniß der Land- und Seewinde, gleichſam verborgen und eingehüllt der Keim unſeres jetzigen, ſo ſchnell fortſchreitenden, meteorologiſchen Wiſſens. Die lange Reihe magnetiſcher Stationen, welche nun von Moskau bis Peking durch das ganze nördliche Aſien gegründet ſind, können, da ſie auch die Erforſchung anderer meteorologiſcher Verhältniſſe zum Zwecke haben, für das Geſetz der Winde von großer Wichtigkeit werden. Die Vergleichung von Beobachtungsorten, die ſo viele hundert Meilen von einander entfernt liegen, wird entſcheiden: ob z. B. ein gleicher Oſtwind von der wüſten Hochebene Gobi bis in das Innere von Rußland wehe; oder ob die Richtung des Luftſtromes erſt mitten in der Stationskette, durch Herabſenkung der Luft aus den höheren Regionen, ihren Anfang genommen hat. Man wird dann im eigentlichſten Sinne lernen, woher der Wind komme. Wenn man das geſuchte Reſultat nur auf ſolche Orte ſtützen will, in denen die Windesrichtungen länger als 20 Jahre beobachtet worden ſind, ſo erkennt man (nach Wilhelm Mahlmann's neueſter und ſorgfältiger Berechnung), daß in den mittleren Breiten der gemäßigten Zone in beiden Continenten ein weſt-ſüd-weſtlicher Luftſtrom der herrſchende iſt.

Die Einſicht in die Wärme-Vertheilung im Luftkreiſe hat einigermaßen an Klarheit gewonnen, ſeitdem man verſucht hat die Punkte, in welchen die mittleren Temperaturen des Jahres, des Sommers und des Winters genau ergründet worden ſind, durch Linien mit einander zu verbinden. Das Syſtem der Iſothermen, Iſotheren und Iſochimenen, welches ich zuerſt im Jahr 1817 aufgeſtellt, kann vielleicht, wenn es durch vereinte Bemühungen der Phyſiker allmälig vervollkommnet wird, eine der Hauptgrundlagen der vergleichenden Klimatologie abgeben. Auch die Ergründung des Erd-Magnetismus hat eine wiſſenſchaftliche Form erſt dadurch erlangt, daß man die zerſtreuten partiellen Reſultate in Linien gleicher Abweichung, gleicher Neigung und gleicher Kraft-Intenſität mit einander graphiſch verband.

Der Ausdruck Klima bezeichnet in ſeinem allgemeinſten Sinne alle Veränderungen in der Atmoſphäre, die unſre Organe merklich afficiren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Verändrungen des barometriſchen Druckes, den ruhigen Luftzuſtand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Größe der electriſchen Spannung, die Reinheit der Atmoſphäre oder die Vermengung mit mehr oder minder ſchädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich den Grad habitueller Durchſichtigkeit und Heiterkeit des Himmels: welcher nicht bloß wichtig iſt für die vermehrte Wärmeſtrahlung des Bodens, die organiſche Entwicklung der Gewächſe und die Reifung der Früchte, ſondern auch für die Gefühle und ganze Seelenſtimmung des Menſchen.

Wenn die Oberfläche der Erde aus einer und derſelben homogenen flüſſigen Maſſe; oder aus Geſteinſchichten zuſam-

mengeſetzt wäre, welche gleiche Farbe, gleiche Dichtigkeit, gleiche Glätte, gleiches Abſorptions-Vermögen für die Sonnenſtrahlen beſäßen und auf gleiche Weiſe durch die Atmoſphäre gegen den Weltraum ausſtrahlten: ſo würden die Iſothermen, Iſotheren und Iſochimenen ſämmtlich dem Aequator parallel laufen. In dieſem hypothetiſchen Zuſtande der Erdoberfläche wären dann, in gleichen Breiten, Abſorptions- und Emiſſions-Vermögen für Licht und Wärme überall dieſelben. Von dieſem mittleren, gleichſam primitiven Zuſtande: welcher weder Strömungen der Wärme im Inneren und in der Hülle des Erdſphäroids, noch die Fortpflanzung der Wärme durch Luftſtrömungen ausſchließt, geht die mathematiſche Betrachtung der Klimate aus. Alles, was das Abſorptions- und Ausſtrahlungs-Vermögen an einzelnen Theilen der Oberfläche, die auf gleichen Parallelkreiſen liegen, verändert, bringt Inflexionen in den Iſothermen hervor. Die Natur dieſer Inflexionen; der Winkel, unter welchem die Iſothermen, Iſotheren oder Iſochimenen die Parallelkreiſe ſchneiden; die Lage der convexen oder concaven Scheitel in Bezug auf den Pol der gleichnamigen Hemiſphäre ſind die Wirkung von wärme- oder kälteerregenden Urſachen, die unter verſchiedenen geographiſchen Längen mehr oder minder mächtig auftreten.

Die Fortſchritte der Klimatologie ſind auf eine merkwürdige Weiſe dadurch begünſtigt worden, daß die europäiſche Civiliſation ſich an zwei einander gegenüberſtehenden Küſten verbreitet hat, daß ſie von unſerer weſtlichen Küſte zu einer öſtlichen jenſeits des atlantiſchen Thales übergegangen iſt. Als die Briten, nach den von Island und Grönland ausgegangenen ephemeren Niederlaſſungen,

die erſten bleibenden Anſiedlungen in dem Littoral der Vereinigten Staaten von Nordamerika gründeten; als religiöſe Verfolgungen, Fanatismus und Freiheitsliebe die Colonialbevölkerung vergrößerten: mußten die Anſiedler (von Nord-Carolina und Virginien an bis zum St. Lorenz-Strome) über die Winterkälte erſtaunen, die ſie erlitten, wenn ſie dieſelbe mit der von Italien, Frankreich und Schottland unter denſelben Breitengraden verglichen. Eine ſolche klimatiſche Betrachtung, ſo anregend ſie auch hätte ſein ſollen, trug aber nur dann erſt Früchte, als man ſie auf numeriſche Reſultate mittlerer Jahreswärme gründen konnte. Vergleicht man zwiſchen 58° und 30° nördlicher Breite Nain an der Küſte von Labrador mit Gothenburg, Halifax mit Bordeaux, Neu-York mit Neapel, San Auguſtin in Florida mit Cairo; ſo findet man unter gleichen Breitengraden die Unterſchiede der mittleren Jahres-Temperatur zwiſchen Oſt-Amerika und Weſt-Europa, von Norden gegen Süden fortſchreitend: 11°,5; 7°,7; 3°,8 und faſt 0°. Die allmälige Abnahme der Unterſchiede in der gegebenen Reihe von 28 Breitengraden iſt auffallend. Noch ſüdlicher, unter den Wendekreiſen ſelbſt, ſind die Iſothermen überall in beiden Welttheilen dem Aequator parallel. Man ſieht aus den hier gegebenen Beiſpielen, daß die in geſellſchaftlichen Kreiſen ſo oft wiederholten Fragen: um wie viel Grade Amerika (ohne Oſt- und Weſtküſten zu unterſcheiden) kälter als Europa ſei? um wie viel die mittleren Jahreswärmen in Canada und den Vereinigten nordamerikaniſchen Staaten niedriger als unter gleicher Breite in Europa ſeien? allgemein ausgedrückt, keinen Sinn haben. Der Unterſchied iſt unter jedem Parallel ein anderer; und ohne ſpecielle

Vergleichung der Winter- und Sommer-Temperatur an den gegenüberſtehenden Küſten kann man ſich von den eigentlichen klimatiſchen Verhältniſſen, in ſo fern ſie auf den Ackerbau, auf die Gewerbe und das Gefühl der Behaglichkeit oder Unbehaglichkeit Einfluß haben, keinen deutlichen Begriff machen.

Bei der Aufzählung der Urſachen, welche Störungen in der Geſtalt der Iſotherme hervorbringen, unterſcheide ich die temperatur-erhöhenden und temperatur-vermindernden Urſachen. Zu der erſten Claſſe gehören: die Nähe einer Weſtküſte in der gemäßigten Zone; die in Halbinſeln zerſchnittene Geſtaltung eines Continents, ſeine tief-eintretenden Buſen und Binnenmeere; die Orientirung, d. h. das Stellungsverhältniß eines Theils der Feſte: entweder zu einem eisfreien Meere, das ſich über den Polarkreis hinaus erſtreckt, oder zu einer Maſſe continentalen Landes von beträchtlicher Ausdehnung, welches zwiſchen denſelben Meridianen unter dem Aequator oder wenigſtens in einem Theile der tropiſchen Zone liegt; ferner das Vorherrſchen von Süd- und Weſtwinden an der weſtlichen Grenze eines Continents in der gemäßigten nördlichen Zone; Gebirgsketten, die gegen Winde aus kälteren Gegenden als Schutzmauern dienen; die Seltenheit von Sümpfen, die im Frühjahr und Anfang des Sommers lange mit Eis belegt bleiben, und der Mangel an Wäldern in einem trockenen Sandboden; endlich die ſtete Heiterkeit des Himmels in den Sommermonaten: und die Nähe eines pelagiſchen Stromes, wenn er Waſſer von einer höheren Temperatur, als das umliegende Meer beſitzt, herbeiführt.

Zu den, die mittlere Jahres-Temperatur verändernden, kälteerregenden Urſachen zähle ich: die Höhe eines

Orts über dem Meeresſpiegel, ohne daß bedeutende Hochebenen auftreten; die Nähe einer Oſtküſte in hohen und mittleren Breiten, die maſſenartige (compacte) Geſtaltung eines Continents ohne Küſtenkrümmung und Buſen, die weite Ausdehnung der Feſte nach den Polen hin bis zu der Region des ewigen Eiſes (ohne daß ein im Winter offen bleibendes Meer dazwiſchen liegt); eine Poſition geographiſcher Länge, in welcher der Aequator und die Tropenregion dem Meere zugehören: d. i. den Mangel eines feſten, ſich ſtark erwärmenden, wärmeſtrahlenden Tropenlandes zwiſchen denſelben Meridianen als die Gegend, deren Klima ergründet werden ſoll; Gebirgsketten, deren mauerartige Form und Richtung den Zutritt warmer Winde verhindert: oder die Nähe iſolirter Gipfel, welche längs ihren Abhängen herabſinkende kalte Luftſtröme verurſachen; ausgedehnte Wälder: welche die Inſolation des Bodens hindern, durch Lebensthätigkeit der appendiculären Organe (Blätter) große Verdunſtung wäßriger Flüſſigkeit hervorbringen, mittelſt der Ausdehnung dieſer Organe die durch Ausſtrahlung ſich abkühlende Oberfläche vergrößern, und alſo dreifach: durch Schattenkühle, Verdunſtung und Strahlung, wirken; häufiges Vorkommen von Sümpfen, welche im Norden bis in die Mitte des Sommers eine Art unterirdiſcher Gletſcher in der Ebene bilden; einen nebligen Sommerhimmel, der die Wirkung der Sonnenſtrahlen auf ihrem Wege ſchwächt; endlich einen ſehr heiteren Winterhimmel, durch welchen die Wärmeſtrahlung begünſtigt wird[60].

Die gleichzeitige Thätigkeit der ſtörenden (erwärmenden oder erkältenden) Urſachen beſtimmt als Total-Effect (beſonders durch Verhältniſſe der Ausdehnung und

Configuration zwiſchen den undurchſichtigen continentalen und den flüſſigen oceaniſchen Maſſen) die Inflexionen der auf die Erdoberfläche projicirten Iſothermen. Die Perturbationen erzeugen die convexen und concaven Scheitel der iſothermen Curven. Es giebt aber ſtörende Urſachen verſchiedener Ordnung; jede derſelben muß anfangs einzeln betrachtet werden; ſpäter, um den Total=Effect auf die Bewegung (Richtung, örtliche Krümmung) der Iſothermen=Linie zu ergründen, muß gefunden werden, welche dieſer Wirkungen, mit einander verbunden, ſich modificiren, vernichten oder aufhäufen (verſtärken): wie das bekanntlich bei kleinen Schwingungen geſchieht, die ſich begegnen und durchkreuzen. So iſt der Geiſt der Methode, der es, wie ich mir ſchmeichle, einſt möglich werden wird unermeßliche Reihen ſcheinbar iſolirt ſtehender Thatſachen mit einander durch empiriſche, numeriſch ausgedrückte Geſetze zu verbinden und die Nothwendigkeit ihrer gegenſeitigen Abhängigkeit zu erweiſen.

Da als Gegenwirkung der Paſſate (der Oſtwinde der Tropenzone) in beiden gemäßigten Zonen Weſt= oder Weſt=Süd=Weſt=Winde die herrſchenden Luftſtrömungen ſind und da dieſe für eine Oſtküſte Land=, für eine Weſtküſte Seewinde ſind (d. h. über eine Fläche ſtreichen, die wegen ihrer Maſſe und des Herabſinkens der erkalteten Waſſertheilchen keiner großen Erkältung fähig iſt); ſo zeigen ſich, wo nicht oceaniſche Strömungen dem Littorale nahe auf die Temperatur einwirken, die Oſtküſten der Continente kälter als die Weſtküſten. Cook's junger Begleiter auf der zweiten Erdumſeglung, der geiſtreiche Georg Forſter, welchem ich die lebhafteſte Anregung zu weiten Unternehmungen verdanke,

hat zuerſt auf eine recht beſtimmte Weiſe auf die Temperatur-Unterſchiede der Oſt- und Weſtküſten in beiden Continenten, wie auf die Temperatur-Aehnlichkeit der Weſtküſte von Nordamerika in mittleren Breiten mit dem weſtlichen Europa aufmerkſam gemacht.[61]

Selbſt in nördlichen Breiten geben ſehr genaue Beobachtungen einen auffallenden Unterſchied zwiſchen der mittleren Jahres-Temperatur der Oſt- und Weſtküſte von Amerika. Dieſe Temperatur iſt zu Nain in Labrador (Br. 57° 10′) volle 3°,8 unter dem Gefrierpunkte, während ſie an der Nordweſt-Küſte in Neu-Archangelſk im ruſſiſchen Amerika (Br. 57° 3′) noch 6°,9 über dem Gefrierpunkte iſt. An dem erſten Orte erreicht die mittlere Sommer-Temperatur kaum 6°,2, während ſie am zweiten noch 13°,8 iſt. Peking (39° 54′) an der Oſtküſte von Aſien hat eine mittlere Jahres-Temperatur (11°,3), die über 5° geringer iſt als die des etwas nördlicher liegenden Neapels. Die mittlere Temperatur des Winters in Peking iſt wenigſtens 3° unter dem Gefrierpunkt, wenn ſie im weſtlichen Europa, ſelbſt zu Paris (48° 50′), volle 3°,3 über dem Gefrierpunkt erreicht. Peking hat alſo eine mittlere Winterkälte, die 2°½ größer iſt als das 17 Breitengrade nördlichere Kopenhagen.

Wir haben ſchon oben der Langſamkeit gedacht, mit welcher die große Waſſermaſſe des Oceans den Temperatur-Veränderungen der Atmoſphäre folgt, und wie dadurch das Meer temperatur-ausgleichend wirkt. Es mäßigt daſſelbe gleichzeitig die Rauheit des Winters und die Hitze des Sommers. Daraus entſteht ein zweiter wichtiger Gegenſatz: der zwiſchen dem Inſel- oder Küſten-Klima,

welches alle gegliederte, buſen- und halbinſelreiche Continente genießen; und dem Klima des Inneren großer Maſſen feſten Landes. Dieſer merkwürdige Gegenſatz iſt in ſeinen mannigfaltigen Erſcheinungen, in ſeinem Einfluſſe auf die Kraft der Vegetation und das Gedeihen des Ackerbaues, auf die Durchſichtigkeit des Himmels, die Wärmeſtrahlung der Erdoberfläche und die Höhe der ewigen Schneegrenze zuerſt in Leopolds von Buch Werken vollſtändig entwickelt worden. Im Inneren des aſiatiſchen Continents haben Tobolſk, Barnaul am Obi und Irkutſk Sommer wie in Berlin, Münſter und Cherbourg in der Normandie; aber dieſen Sommern folgen Winter, in welchen der kälteſte Monat die ſchreckhafte Mittel-Temperatur von — 18° bis — 20° hat. In den Sommermonaten ſieht man wochenlang das Thermometer auf 30° und 31°. Solche Continental-Klimate ſind daher mit Recht von dem, auch in Mathematik und Phyſik ſo erfahrenen Buffon exceſſive genannt worden; und die Einwohner, welche in Ländern der exceſſiven Klimate leben, ſcheinen faſt verdammt, wie Dante[62] im Purgatorio ſingt,

a sofferir tormenti caldi e geli.

Ich habe in keinem Erdtheile, ſelbſt nicht auf den canariſchen Inſeln oder in Spanien oder im ſüdlichen Frankreich, herrlicheres Obſt, beſonders ſchönere Weintrauben, geſehen als in Aſtrachan nahe den Ufern des caſpiſchen Meeres (46° 21′). Bei einer mittleren Temperatur des Jahres von etwa 9° ſteigt die mittlere Sommerwärme auf 21°,2, wie um Bordeaux: während nicht bloß dort, ſondern noch weiter ſüdlich, zu Kislar an der Terek-Mündung (in den

Breiten von Avignon und Rimini), das Thermometer im Winter auf — 25° und — 30° herabſinkt.

Irland, Guernſey und Jerſey, die Halbinſel Bretagne, die Küſten der Normandie und des ſüdlichen Englands liefern durch die Milde ihrer Winter, die niedrige Temperatur und den nebelverſchleierten Himmel ihrer Sommer den auffallendſten Contraſt mit dem Continental-Klima des inneren öſtlichen Europa's. Im Nordoſten Irlands (54° 56′), unter Einer Breite mit Königsberg in Preußen, vegetirt die Myrte üppig wie in Portugal. Der Monat Auguſt, welcher in Ungarn 21° erreicht, hat in Dublin (auf derſelben Iſotherme von 9°½) kaum 16°; die mittlere Winterwärme, die in Ofen zu — 2°,4 herabſinkt, iſt in Dublin (bei der geringen Jahreswärme von 9°,5) noch 4°,3 über dem Gefrierpunkt: d. i. noch 2° höher als in Mailand, Pavia, Padua und der ganzen Lombardei, wo die mittlere Jahreswärme volle 12°,7 erreicht. Auf den Orkney's-Inſeln (Stromneß), keinen halben Grad ſüdlicher als Stockholm, iſt der Winter 4°: alſo wärmer als in Paris, faſt ſo warm als in London. Selbſt auf den Färöer-Inſeln in 62° Breite gefrieren unter dem begünſtigenden Einfluſſe der Weſtwinde und des Meeres die Binnenwaſſer nie. An der lieblichen Küſte von Devonſhire, wo der Hafen Salcombe wegen ſeines milden Klima's das Montpellier des Nordens genannt worden iſt, hat man Agave mexicana im Freien blühen; Orangen, die an Spalieren gezogen und kaum mit Matten geſchützt wurden, Früchte tragen ſehen. Dort, wie zu Penzance und Gosport und an der Küſte der Normandie zu Cherbourg ſteigt die mittlere Winter-Temperatur über 5°,5: d. i. nur 1°,3 weniger

hoch als die Winter von Montpellier und Florenz.[63] Die hier angedeuteten Verhältniſſe zeigen, wie wichtig für die Vegetation, den Ackerbau, die Obſtcultur und das Gefühl klimatiſcher Behaglichkeit die ſo verſchiedene Vertheilung einer und derſelben mittleren Jahres-Temperatur unter die verſchiedenen Jahreszeiten iſt.

Die Linien, welche ich Iſochimenen und Iſotheren (Linien gleicher Winter- und Sommerwärme) nenne, ſind keinesweges den Iſothermen (Linien gleicher Jahres-Temperatur) parallel. Wenn da, wo Myrten wild wachſen und die Erde ſich im Winter nie bleibend in Schnee einhüllt, die Temperatur des Sommers und Herbſtes nur noch (man möchte faſt ſagen: kaum noch) hinlänglich iſt Aepfel zur vollen Reife zu bringen; wenn die Weinrebe, um trinkbaren Wein zu geben, die Inſeln und faſt alle Küſten (ſelbſt die weſtlichen) flieht: ſo liegt der Grund davon keinesweges allein in der geringeren Sommerwärme des Littorals, die unſere im Schatten der Luft ausgeſetzten Thermometer anzeigen; er liegt in dem bisher ſo wenig beachteten und doch in anderen Erſcheinungen (der Entzündung eines Gemiſches von Chlor und Waſſerſtoffgas) ſo wirkſamen Unterſchiede des directen und zerſtreuten Lichtes, bei heiterem oder durch Nebel verſchleiertem Himmel. Ich habe ſeit langer Zeit[64] die Aufmerkſamkeit der Phyſiker und Pflanzen-Phyſiologen auf dieſe Unterſchiede, auf die ungemeſſene örtlich in der belebten Pflanzenzelle durch directes Licht entwickelte Wärme zu leiten geſucht.

Wenn man in der thermiſchen Scale der Culturarten[65] von denen anhebt, die das heißeſte Klima erfordern: alſo von der Vanille, dem Cacao, dem Piſang

und der Cocos=Palme zu Ananas, Zuckerrohr, Caffee, fruchttragenden Dattelbäumen, Baumwolle, Citronen, Oelbaum, ächten Kaſtanien, trinkbarem Weine herabſteigt; ſo lehrt die genaue geographiſche Betrachtung der Culturgrenzen gleichzeitig in der Ebene und an dem Abhange der Berge, daß hier andere klimatiſche Verhältniſſe als die mittlere Temperatur des Jahres wirken. Um nur des einzigen Beiſpiels des Weinbaues zu erwähnen: ſo erinnere ich, daß, um trinkbaren[66] Wein hervorzubringen, nicht bloß die Jahreswärme $9^0\frac{1}{2}$ überſteigen, ſondern auch einer Wintermilde von mehr als $+ 0^0,5$ eine mittlere Sommer=Temperatur von wenigſtens 18^0 folgen muß. Bei Bordeaux am Flußthal der Garonne (Br. $44^0\ 50'$) ſind die Temperaturen des Jahres, des Winters, des Sommers und des Herbſtes $13^0,8$; $6^0,2$; $21^0,7$ und $14^0,4$. In den baltiſchen Ebenen (Br. $52^0\frac{1}{2}$), wo ungenießbare Weine erzeugt, und doch getrunken werden, ſind dieſe Zahlen $8^0,6$; $-0^0,7$; $17^0,6$ und $8^0,6$. Wenn es befremdend ſcheinen kann, daß die großen Verſchiedenheiten, welche die vom Klima begünſtigte oder erſchwerte Weincultur zeigt, ſich nicht noch deutlicher in unſeren Thermometer=Angaben offenbaren; ſo wird dieſe Befremdung durch die Betrachtung vermindert, daß ein im Schatten beobachtetes, gegen die Wirkungen der directen Inſolation und nächtlichen Strahlung faſt geſchütztes Thermometer nicht in allen Theilen des Jahres bei periodiſchen Wärme=Veränderungen die wahre oberflächliche Temperatur des die ganze Inſolation empfangenden Bodens anzeigt.

Wie das milde, jahrzeitengleichere Küſten=Klima der Halbinſel Bretagne ſich zum winterkälteren und ſommerheißeren Klima der übrigen compacten Ländermaſſe von

Frankreich verhält, ſo verhält ſich gewiſſermaßen Europa zum großen Feſtlande von Aſien, deſſen weſtliche Halbinſel es bildet. Europa verdankt ſein ſanfteres Klima der Exiſtenz und Lage von Afrika, das in weiter Ausdehnung, den aufſteigenden Luftſtrom begünſtigend, einen feſten wärmeſtrahlenden Boden der Tropenregion darbietet, während ſüdlich von Aſien die Aequatorial-Gegend meiſt ganz oceaniſch iſt; ſeiner Gliederung und Meeresnähe an der weſtlichen Küſte der alten Feſte; dem eisfreien Meere, da, wo es ſich gegen Norden ausdehnt. Europa würde demnach kälter werden [67], wenn Afrika, vom Meere überfluthet, unterginge; wenn die mythiſche Atlantis aufſtiege und Europa mit Nordamerika verbände; wenn der wärmende Golfſtrom nicht in die nördlichen Meere ſich ergöſſe; oder wenn ein anderes feſtes Land ſich, vulkaniſch gehoben, zwiſchen die ſcandinaviſche Halbinſel und Spitzbergen einſchöbe. Sieht man in Europa die mittleren Jahres-Temperaturen ſinken, indem man unter denſelben Parallelkreiſen von der atlantiſchen Küſte, von Frankreich aus durch Deutſchland, Polen und Rußland gegen die Uralkette, alſo von Weſten nach Oſten fortſchreitet; ſo iſt die Haupturſach dieſes Erkältungs-Phänomens in der nach und nach minder gegliederten, compacteren, an Breite zunehmenden Form des Continents, in der Entfernung des kältemindernden Meeres, wie in dem ſchwächeren Einfluſſe der Weſtwinde zu ſuchen. Jenſeits des Urals werden dieſe Weſtwinde ſchon erkältende Landwinde, wenn ſie über weite mit Eis und Schnee bedeckte Länderſtrecken fortwehen. Die Kälte des weſtlichen Sibiriens wird durch ſolche Verhältniſſe der Ländergeſtaltung und Luftſtrömung: keinesweges [68] aber, wie ſchon Hippocrates und

Trogus Pompejus annahmen und noch berühmte Reiſende des 18ten Jahrhunderts fabelten, durch große Höhe des Bodens über dem Meeresſpiegel, erzeugt.

Wenn wir von der Temperatur-Verſchiedenheit in der Ebene zu den Unebenheiten der polyedriſchen Geſtalt der Oberfläche unſres Planeten übergehen: ſo betrachten wir die Gebirge entweder nach ihrem Einfluß auf das Klima der benachbarten Tiefländer; oder nach den Einwirkungen, die ſie, in Folge der hypſometriſchen Verhältniſſe, auf ihre eigenen, oft in Hochebenen erweiterten Gipfel ausüben. Die Gruppirung der Berge in Bergketten theilt die Erdoberfläche in verſchiedene Becken; in, oft eng umwallte Rundthäler, circusartige Keſſel: die (wie in Griechenland und in einem Theile von Kleinaſien) das Klima örtlich in Hinſicht auf Wärme, Feuchtigkeit und Durchſichtigkeit der Luft, auf Häufigkeit der Winde und der Gewitter individualiſiren. Dieſe Umſtände haben von je her einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Natur der Erzeugniſſe und die Wahl der Culturen: auf Sitten, Verfaſſungsformen und Abneigung benachbarter Volksſtämme gegen einander. Der Charakter der geographiſchen Individualität erreicht ſo zu ſagen da ſein Maximum, wo die Verſchiedenheiten der Bodengeſtaltung in verticaler und horizontaler Richtung, im Relief und in der Gliederung der Continente die möglich größten ſind. Mit ſolchen Bodenverhältniſſen contraſtiren die Steppen des nördlichen Aſiens, die Grasebenen (Savanen, Llanos und Pampas) des Neuen Continents, die Heideländer (ericeta) Europa's, die Sand- und Steinwüſten von Afrika.

Das Geſetz der mit der Höhe abnehmenden Wärme

unter verſchiedenen Breiten iſt einer der wichtigſten Gegenſtände für die Kenntniß meteorologiſcher Proceſſe, für die Geographie der Pflanzen, die Theorie der irdiſchen Strahlenbrechung und die verſchiedenen Hypotheſen, welche ſich auf die Beſtimmung der Höhe der Atmoſphäre beziehen. Bei den vielen Bergreiſen, die ich in und außerhalb der Tropen habe unternehmen können, iſt die Ergründung dieſes Geſetzes ein vorzüglicher Gegenſtand meiner Unterſuchungen geweſen. [69]

Seitdem man die wahren Verhältniſſe der Wärme-Vertheilung auf der Oberfläche der Erde, d. i. die Inflexionen der Iſothermen und Iſotheren und den ungleichen Abſtand derſelben von einander, in den verſchiedenen öſtlichen und weſtlichen Temperatur-Syſtemen von Aſien, Mittel-Europa und Nordamerika, etwas genauer kennt; darf man nicht mehr im allgemeinen die Frage aufwerfen, welcher Bruchtheil der mittleren Jahres- oder Sommerwärme einer Veränderung der geographiſchen Breite von 1° entſpricht, wenn man auf demſelben Meridian fortſchreitet. In jedem Syſteme gleicher Krümmung der Iſothermen herrſcht ein inniger und nothwendiger Zuſammenhang zwiſchen drei Elementen: der Wärme-Abnahme in ſenkrechter Richtung von unten nach oben, der Temperatur-Verſchiedenheit bei einer Aenderung von 1° in der geographiſchen Breite, der Gleichheit der mittleren Temperatur einer Bergſtation und der Polar-Diſtanz eines im Meeresſpiegel gelegenen Punktes.

In dem oſt-amerikaniſchen Syſteme verändert ſich die mittlere Jahres-Temperatur von der Küſte von Labrador bis Boſton jeden Breitengrad um 0°,88, von Boſton bis Charleston um 0°,95; von Charleston bis zum Wende-

kreiſe des Krebſes in Cuba hin wird die Veränderung aber langſamer: ſie iſt dort nur 0°,66. In der Tropenzone ſelbſt nimmt die Langſamkeit dergeſtalt zu, daß von der Havana bis Cumana die einem Breitegrade zukommende Variation nur noch 0°,20 beträgt.

Ganz anders iſt es in dem Syſtem der Iſothermen von Mittel-Europa. Zwiſchen den Parallelen von 38° und 71° finde ich die Temperatur-Abnahme ſehr übereinſtimmend ½ Grad für einen Breitengrad. Da nun in demſelben Mittel-Europa die Abnahme der Wärme 1° in 80 bis 87 Toiſen (480 bis 522 Fuß) ſenkrechter Höhe beträgt, ſo ergiebt ſich hieraus, daß 40—44 Toiſen (240—264 Fuß) der Erhebung über dem Meeresſpiegel dort einem Breitengrad entſprechen. Die mittlere Jahres-Temperatur des Bernhard-Kloſters, das 1278 Toiſen (7668 Fuß) hoch, in 45° 50′ Breite, liegt, würde ſich alſo in der Ebene bei einer Breite von 75° 50′ wiederfinden.

In dem Theil der Andeskette, welcher in die Tropenzone fällt, haben meine bis zu 18000 Fuß Höhe angeſtellten Beobachtungen die Wärme-Abnahme von 1° auf 96 Toiſen (576 Fuß) gegeben; mein Freund Bouſſingault hat 30 Jahre ſpäter als Mittelreſultat 90 Toiſen (540 Fuß) gefunden. Durch Vergleichung der Orte, welche in den Cordilleren in gleicher Höhe über dem Meere am Abhange ſelbſt oder in weit ausgedehnten Hochebenen liegen, habe ich in den letzteren eine Zunahme der Jahres-Temperatur von 1° ½ bis 2°,3 beobachtet. Ohne die nächtliche erkältende Wärmeſtrahlung würde der Unterſchied noch größer ſein. Da die Klimate ſchichtenweiſe über einander gelagert ſind, von den Cacao-Wäldern des Tieflandes bis zum ewigen Schnee, und

da die Wärme in der Tropenzone während des ganzen Jahres ſich nur ſehr wenig ändert; ſo kann man ſich eine ziemlich genaue Vorſtellung von den Temperatur-Verhältniſſen machen, welchen die Bewohner der großen Städte in der Andeskette ausgeſetzt ſind, wenn man dieſe Verhältniſſe mit der Temperatur gewiſſer Monate in den Ebenen von Frankreich und Italien vergleicht. Während daß an den Waldufern des Orinoco täglich eine Wärme herrſcht, welche um 4° die des Monats Auguſt zu Palermo übertrifft; findet man, indem man die Andeskette erſteigt, zu Popayan (911^{t}) die drei Sommermonate von Marſeille, zu Quito (1492^{t}) das Ende des Monats Mai zu Paris, und auf den mit krüppligem Alpengeſträuch bewachſenen, aber noch blüthenreichen Paramos (1800^{t}) den Anfang des Monats April zu Paris.

Der ſcharfſinnige Peter Martyr de Anghiera, einer der Freunde von Chriſtoph Columbus, iſt wohl der Erſte geweſen, welcher (nach der im October 1510 unternommenen Expedition von Rodrigo Enrique Colmenares) erkannt hat, daß die Schneegrenze immer höher ſteigt, je mehr man ſich dem Aequator nähert. Ich leſe in dem ſchönen Werke de rebus Oceanicis[70]: „der Fluß Gaira kommt von einem Berge (in der Sierra Nevada de Santa Marta) herab, welcher nach Ausſage der Reiſegefährten des Colmenares höher iſt als alle bisher entdeckten Berge. Er muß es ohne Zweifel ſein, wenn er in einer Zone, die von der Aequinoctiallinie höchſtens 10° abſteht, *den Schnee dauernd behält*.“ Die untere *Grenze* des *ewigen Schnees* in einer gegebenen Breite iſt die Sommergrenze der Schneelinie: d. i. das Maximum der Höhe, bis zu

welcher ſich die Schneelinie im Laufe des ganzen Jahres zurück-zieht. Man muß von dieſer Höhe drei andere Phänomene unter-ſcheiden: die jährliche Schwankung der Schneegrenze, das Phänomen des ſporadiſchen Schneefalles, und das der Gletſcher: welche der gemäßigten und kalten Zone eigenthümlich ſcheinen, und über welche, nach Sauſſure's unſterblichem Werke über die Alpen, in dieſen letzten Jahren Venetz, Charpentier und mit ruhmwürdiger, gefahrentrotzender Ausdauer Agaſſiz neues Licht verbreitet haben.

Wir kennen nur die untere, nicht die obere Grenze des ewigen Schnees; denn die Berge der Erde ſteigen nicht hinauf bis zu der ätheriſch-olympiſchen Höhe: zu den dünnen, trockenen Luftſchichten, von welchen man mit Bouguer vermuthen kann, daß ſie nicht mehr Dunſtbläschen, in Eiskryſtalle verwandelt, dem Auge ſichtbar darbieten würden. Die untere Schneegrenze iſt aber nicht bloß eine Function der geographiſchen Breite oder der mittleren Jahres-Temperatur; der Aequator, ja ſelbſt die Tropen-Region, iſt nicht, wie man lange gelehrt hat, der Ort, an welchem die Schneegrenze ihre größte Erhebung über dem Niveau des Oceans erreicht. Das Phänomen, das wir hier berühren, iſt ein ſehr zuſammengeſetztes: im allgemeinen von Verhältniſſen der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Berggeſtaltung abhängig. Unterwirft man dieſe Verhält-niſſe einer noch ſpecielleren Analyſe, wie eine große Menge neuerer Meſſungen[71] es erlauben, ſo erkennt man als gleichzei-tig beſtimmende Urſachen: die Temperatur-Differenz der verſchie-denen Jahreszeiten, die Richtung der herrſchenden Winde und ihre Berührung mit Meer und Land, den Grad der Trockenheit oder Feuchtigkeit der oberen Luftſchichten, die abſolute Größe

(Dicke) der gefallenen und aufgehäuften Schneemaſſen, das Verhältniß der Schneegrenze zur Geſammthöhe des Berges, die relative Stellung des letzteren in der Bergkette, die Schroffheit der Abhänge; die Nähe anderer, ebenfalls perpetuirlich mit Schnee bedeckter Gipfel; die Ausdehnung, Lage und Höhe der Ebene, aus welcher der Schneeberg iſolirt oder als Theil einer Gruppe (Kette) aufſteigt: und die eine Seeküſte oder der innere Theil eines Continents, bewaldet oder eine Grasflur, ſandig und dürr und mit nackten Felsplatten bedeckt, oder ein feuchter Moorboden ſein kann.

Während daß die Schneegrenze in Südamerika unter dem Aequator eine Höhe erreicht, welche der des Gipfels des Montblanc in der Alpenkette gleich iſt: und ſie im Hochlande von Mexico gegen den nördlichen Wendekreis hin, in 19° Breite, nach neueren Meſſungen, ſich ohngefähr um 960 Fuß ſenkt; ſteigt ſie nach Pentland in der ſüdlichen Tropenzone (Br. 14°½—18°): nicht in der öſtlichen, ſondern in der meernahen weſtlichen Andeskette von Chili, mehr als 2500 Fuß höher als unter dem Aequator unfern Quito, am Chimborazo, am Cotopaxi und am Antiſana. Der Dr. Gillies behauptet ſogar noch weit ſüdlicher, am Abhange des Vulkans von Peuquenes (Br. 33°), die Schneehöhe bis zwiſchen 2270 und 2350 Toiſen Höhe gefunden zu haben. Die Verdunſtung des Schnees bei der Strahlung in einer im Sommer überaus trockenen Luft gegen einen wolkenfreien Himmel iſt ſo mächtig, daß der Vulkan von Aconcagua nordöſtlich von Valparaiſo (Br. 32°½), welchen die Expedition des Beagle noch um mehr als 1400 Fuß höher als den Chimborazo fand, einſt ohne Schnee geſehen wurde.[72]

In der faſt gleichen nördlichen Breite (30°¾ bis 31°), am Himalaya, liegt die Schneegrenze am ſüdlichen Abhange ohngefähr in der Höhe (2030 Toiſen oder 12180 Fuß), in welcher man ſie nach mehrfachen Combinationen und Vergleichungen mit andern Bergketten vermuthen konnte; am nördlichen Abhange aber, unter der Einwirkung des Hochlandes von Tübet, deſſen mittlere Erhebung an 1800 Toiſen (10800 Fuß) zu ſein ſcheint, liegt die Schneegrenze 2600 Toiſen (15600 Fuß) hoch. Dieſe, in Europa und Indien oft beſtrittene Erſcheinung, über deren Urſachen ich ſeit dem Jahre 1820 meine Anſichten in mehreren Schriften entwickelt habe [73], gewährt mehr als ein bloß phyſikaliſches Intereſſe; ſie hat einen wichtigen Einfluß auf das Leben zahlreicher Volksſtämme ausgeübt. Meteorologiſche Proceſſe des Luftkreiſes geſtatten und entziehen dem Ackerbau oder dem Hirtenleben weite Erdſtriche eines Continents.

Da mit der Temperatur die Dampfmenge des Luftkreiſes zunimmt, ſo iſt dieſes, für die ganze organiſche Schöpfung ſo wichtige Element nach Stunden des Tages, nach den Jahreszeiten, Breitengraden und Höhen verſchieden. Das neuerlichſt ſo allgemein verbreitete Verfahren, durch Anwendung von Auguſt's Pſychrometer, nach Dalton's und Daniell's Ideen, vermittelſt des Unterſchiedes des Thaupunkts und der Luftwärme die relative Dampfmenge oder den Feuchtigkeits-Zuſtand der Atmoſphäre zu beſtimmen, hat unſere Kenntniß der hygrometriſchen Verhältniſſe der Erdoberfläche anſehnlich vermehrt. Temperatur, Luftdruck und Windrichtung ſtehen im innigſten Zuſammenhange mit der belebenden Feuchtigkeit der Luftſchichten. Dieſe Belebung iſt aber nicht ſowohl Folge der unter

verſchiedenen Zonen aufgelöſten Dampfmenge; ſondern der Art und Frequenz der Niederſchläge als Thau, Nebel, Regen und Schnee, welche den Boden benetzen. Nach der Ermittelung des Drehungsgeſetzes von Dove und den Anſichten dieſes ausgezeichneten Phyſikers [74] iſt in unſrer nördlichen Zone „die Elaſticität des Dampfes am größten bei Südweſt-Wind, am kleinſten bei Nordoſt-Wind. Auf der Weſtſeite der Windroſe vermindert ſie ſich, und ſteigt hingegen auf der Oſtſeite. Auf der Weſtſeite nämlich verdrängt der kalte, ſchwere, trockene Luftſtrom den warmen, leichten, viel Waſſerdampf enthaltenden: während auf der Oſtſeite dieſer durch jenen verdrängt wird. Der Südweſt-Strom iſt der durchgedrungene Aequatorial-Strom, der Nordoſt-Strom der allein herrſchende Polarſtrom."

Das anmuthig friſche Grün vieler Bäume, welches man in ſolchen Gegenden der Tropenländer bemerkt, wo fünf bis ſieben Monate lang kein Gewölk am Himmelsgewölbe aufſteigt, wo bemerkbar kein Thau und Regen fallen; beweiſt, daß die appendiculären Theile (die Blätter) durch einen eigenen Lebensproceß, welcher vielleicht nicht bloß der einer kälteerregenden Ausſtrahlung iſt, die Fähigkeit haben Waſſer der Luft zu entziehen. Mit den regenloſen, dürren Ebenen von Cumana, Coro und Ceara (Nord-Braſilien) contraſtirt die Regenmenge, welche in anderen Tropengegenden fällt: z. B. in der Havana nach einem Durchſchnitt von ſechsjährigen Beobachtungen von Ramon de la Sagra im Mitteljahre 102 Pariſer Zoll, vier- bis fünfmal ſo viel als in Paris und Genf [75]. An dem Abhange der Andeskette nimmt mit der Höhe, wie die Temperatur, ſo auch die Regenmenge [76] ab. Sie iſt von meinem

ſüdamerikaniſchen Reiſegefährten Caldas in Santa Fé de Bogota, auf einer Höhe von faſt 8200 Fuß, nicht über 37 Zoll: alſo wenig größer wie an einigen weſtlichen Küſten von Europa, gefunden worden. Bouſſingault ſah bisweilen in Quito bei einer Temperatur von 12°—13° das Sauſſure'ſche Hygrometer auf 26° zurückgehn. In 6600 Fuß hohen Luftſchichten (bei einer Temperatur von 4°) ſah Gay=Luſſac in ſeiner großen aëroſtatiſchen Aſcenſion an demſelben Feuchtigkeitsmeſſer auch 25°,3. Die größte Trockenheit, die man bisher auf der Erde in den Tiefländern beobachtet hat, iſt wohl die, welche wir, Guſtav Roſe, Ehrenberg und ich, im nördlichen Aſien fanden, zwiſchen den Flußthälern des Irtyſch und Obi. In der Steppe Platowſkaja, nachdem die Südweſt=Winde lange aus dem Inneren des Continents geweht hatten, bei einer Temperatur von 23°,7, fanden wir den Thaupunkt 4°,3 unter dem Gefrierpunkt. Die Luft enthielt nur noch $^{16}/_{100}$ Waſſerdampf.[77] Gegen die größere Trockenheit der Bergluft, welche aus Sauſſure's und meinen Hygrometer=Meſſungen in der hohen Region der Alpen und der Cordilleren zu folgen ſcheint, haben in dieſen letzten Jahren genaue Beobachter, Kämtz, Bravais und Martins, Zweifel erregt. Man verglich die Luftſchichten in Zürich und auf dem, freilich nur in Europa hoch zu nennenden Faulhorn.[78] Die Näſſe, durch welche in der Tropen=Region der Paramos (nahe der Gegend, wo Schnee zu fallen beginnt, zwiſchen 11000 und 12000 Fuß Höhe) einige Arten von großblüthigen, myrtenblättrigen Alpenſträuchen faſt perpetuirlich getränkt werden, zeugt nicht eigentlich für das Daſein einer großen abſoluten Menge des Waſſerdunſtes in jener Höhe; dieſe Näſſe beweiſt nur,

wie der häufige Nebel auf dem ſchönen Plateau von Bogota, die Frequenz der Niederſchläge. Nebelſchichten in ſolchen Höhen entſtehen und verſchwinden bei ruhiger Luft mehrmals in einer Stunde. Solcher ſchnelle Wechſel charakteriſirt die Hochebenen und Paramos der Andeskette.

Die Electricität des Luftkreiſes: man mag ſie in den unteren Regionen oder in der hohen Wolkenhülle betrachten, problematiſch in ihrem ſtillen periodiſchen täglichen Gange wie in den Explosionen des leuchtenden und krachenden Ungewitters; ſteht in vielfachem Verkehr mit allen Erſcheinungen der Wärme-Vertheilung, des Drucks der Atmoſphäre und ihrer Störungen, der Hydrometeore, wahrſcheinlich auch des Magnetismus der äußerſten Erdrinde. Sie wirkt mächtig ein auf die ganze Thier- und Pflanzenwelt: nicht etwa bloß durch meteorologiſche Proceſſe, durch Niederſchläge von Waſſerdämpfen, Säuren oder ammoniacaliſchen Verbindungen, die ſie veranlaßt; ſondern auch unmittelbar als electriſche (nervenreizende oder Saftumlauf befördernde) Kraft. Es iſt hier nicht der Ort den Streit über die eigentliche Quelle der Luft-Electricität bei heiterem Himmel zu erneuern: welche bald der Verdampfung unreiner (mit Erden und Salzen geſchwängerter) Flüſſigkeiten [79], bald dem Wachsthum der Pflanzen [80] oder andern chemiſchen Zerſetzungen auf der Oberfläche der Erde, bald der ungleichen Wärme-Vertheilung in den Luftſchichten [81], bald endlich, nach Peltier's ſcharfſinnigen Unterſuchungen [82], der Einwirkung einer ſtets negativen Ladung des Erdballs zugeſchrieben worden iſt. Auf die Reſultate beſchränkt, welche electrometriſche Beobachtungen, beſonders die zuerſt von Colladon vorgeſchlagene ſinnreiche Anordnung eines electro-

magnetiſchen Apparats, gegeben haben: ſoll die phyſiſche Weltbeſchreibung die mit der Höhe und der baumfreien Umgebung der Station unbeſtreitbar zunehmende Stärke der allgemeinen poſitiven Luft-Electricität[83], ihre tägliche Ebbe und Fluth (nach Clarke's Dubliner Verſuchen in verwickelteren Perioden, als Sauſſure und ich ſie gefunden), die Unterſchiede der Jahreszeiten, des Abſtandes vom Aequator, der continentalen und oceaniſchen Oberflächen angeben.

Wenn im ganzen da, wo das Luftmeer einen flüſſigen Boden hat, das electriſche Gleichgewicht ſeltener geſtört iſt als in der Landluft, ſo iſt es um ſo auffallender, zu ſehen, wie in weiten Meeren kleine Inſelgruppen auf den Zuſtand der Atmoſphäre einwirken und die Bildung der Gewitter veranlaſſen. Im Nebel und bei anfangendem Schneefall habe ich in langen Reihen von Verſuchen die vorher permanente Glas-Electricität ſchnell in reſinöſe übergehen und mehrfach abwechſeln ſehn: ſowohl in den Ebenen der kalten Zone als unter den Tropen in den Paramos der Cordilleren, zwiſchen 10000 und 14000 Fuß Höhe. Der wechſelnde Uebergang war dem ganz gleich, welchen die Electrometer kurz vor und während des Gewitters angeben.[84] Haben die Dunſtbläschen ſich zu Wolken mit beſtimmten Umriſſen condenſirt, ſo vermehrt ſich nach Maaßgabe der Verdichtung die electriſche Spannung der äußeren Hülle oder Oberfläche[85], auf welche die Electricität der einzelnen Dunſtbläschen überſtrömt. Die ſchiefergrauen Wolken haben, nach Peltier's zu Paris angeſtellten Verſuchen, Harz-; die weißen, roſen- und orangefarbenen Wolken Glas-Electricität. Gewitterwolken umhüllen nicht bloß die höchſten Gipfel der Andeskette (ich ſelbſt habe die verglaſenden Wirkungen des

Blitzes auf einem der Felsthürme gefunden, welche in einer Höhe von faſt 14300 Fuß den Krater des Vulkans von Toluca überragen); auch über dem Tieflande, in der gemäßigten Zone, ſind Gewitterwolken in einer verticalen Höhe von 25000 Fuß gemeſſen worden[86]. Bisweilen ſenkt ſich aber die donnernde Wolkenſchicht bis zu fünf=, ja zu dreitauſend Fuß Abſtand über der Ebene herab.

Nach Arago's Unterſuchungen, den umfaſſendſten, welche wir bisher über dieſen ſchwierigen Theil der Meteorologie beſitzen, ſind die Licht=Entbindungen (Blitze) dreierlei Art: zickzackförmige, ſcharf an den Rändern begrenzte; Blitze, die das ganze, ſich gleichſam öffnende Gewölk erleuchten; Blitze in Form von Feuerkugeln.[87] Wenn die erſteren beiden Arten kaum $^1/_{1000}$ der Secunde dauern, ſo bewegen ſich dagegen die globulären Blitze weit langſamer; ihre Erſcheinung hat eine Dauer von mehreren Secunden. Bisweilen (und neue Beobachtungen beſtätigen das ſchon von Nicholſon und Beccaria beſchriebene Phänomen) werden ganz ohne vernehmbaren Donner, ohne Anzeige von Gewitter iſolirte Wolken, welche hoch über dem Horizont ſtehn, ohne Unterbrechung auf lange Zeit leuchtend im Innern und an den Rändern; auch hat man fallende Hagelkörner, Regentropfen und Schneeflocken ohne vorhergegangenen Donner leuchten geſehn. In der geographiſchen Vertheilung der Gewitter bietet das peruaniſche Küſtenland, in dem es nie blitzt und donnert, den auffallendſten Contraſt mit der ganzen übrigen Tropenzone dar: in welcher ſich zu gewiſſen Jahreszeiten faſt täglich, 4 bis 5 Stunden nach der Culmination der Sonne, Gewitter bilden. Nach den vielen von Arago geſammelten

Zeugniſſen der Seefahrer (Scoresby, Parry, Roß, Franklin) iſt nicht zu bezweifeln, daß im allgemeinen im hohen Norden zwiſchen 70° und 75° Breite electriſche Explosionen überaus ſelten [88] ſind.

Der meteorologiſche Theil des Naturgemäldes, welchen wir hier beſchließen, zeigt, daß alle Proceſſe der Licht-Abſorption, der Wärme-Entbindung, der Elaſticitäts-Veränderung, des hygrometriſchen Zuſtandes und der electriſchen Spannung, welche das unermeßliche Luftmeer darbietet: ſo innig mit einander zuſammenhangen, daß jeder einzelne meteorologiſche Proceß durch alle anderen gleichzeitigen modificirt wird. Dieſe Mannigfaltigkeit der Störungen, die unwillkührlich an diejenigen erinnern, welche in den Himmelsräumen die nahen und beſonders die kleinſten Weltkörper (Trabanten, Cometen, Sternſchnuppen) in ihrem Laufe erleiden, erſchwert die Deutung der verwickelten meteorologiſchen Erſcheinungen; ſie beſchränkt und macht größtentheils unmöglich die Vorherbeſtimmung atmoſphäriſcher Veränderungen: welche für den Garten- und Landbau, für die Schifffahrt, für den Genuß und die Freuden des Lebens ſo wichtig wäre. Diejenigen, welche den Werth der Meteorologie nicht in die Kenntniß der Phänomene ſelbſt, ſondern in jene problematiſche Vorherbeſtimmung ſetzen, ſind von der feſten Ueberzeugung durchdrungen: daß der Theil der Naturwiſſenſchaft, um den ſo viele Reiſen in ferne Berggegenden unternommen worden ſind, die Meteorologie, ſich ſeit Jahrhunderten keiner Fortſchritte zu rühmen habe. Das Vertrauen, das ſie den Phyſikern entziehen, ſchenken ſie dem Mondwechſel und gewiſſen lange berufenen Calendertagen.

„Große Abweichungen von der mittleren Temperatur-Vertheilung treten ſelten local auf, ſie ſind meiſt über große Länderſtrecken gleichmäßig vertheilt. Die Größe der Abweichung iſt an einer beſtimmten Stelle ein Maximum und nimmt dann nach den Grenzen hin ab. Werden dieſe Grenzen überſchritten, ſo findet man ſtarke Abweichungen im entgegengeſetzten Sinne. Gleichartige Witterungs-Verhältniſſe finden ſich häufiger von Süden nach Norden als von Weſten nach Oſten. Am Ende des Jahres 1829 (als ich meine ſibiriſche Reiſe vollendete) fiel das Maximum der Kälte nach Berlin, während Nordamerika ſich einer ungewöhnlichen Wärme erfreute. Es iſt eine ganz willkührliche Annahme, daß auf einen ſtrengen Winter ein heißer Sommer, auf einen milden Winter ein kühler Sommer folge." Die ſo verſchiedenartig entgegengeſetzten Witterungs-Verhältniſſe neben einander liegender Länder oder zweier kornbauenden Continente bringen eine wohlthätige Ausgleichung in den Preiſen vieler Producte des Wein- und Ackerbaues hervor. Man hat mit Recht bemerkt, daß das Barometer allein uns andeute, was in allen[89] Luftſchichten über dem Beobachtungsorte bis zur äußerſten Grenze der Atmoſphäre in der Veränderung des Druckes vorgeht: während das Thermometer und Pſychrometer uns nur über die örtliche Wärme und Feuchtigkeit der unteren, dem Boden nahen Schicht unterrichtet. Die gleichzeitigen thermiſchen und hygrometriſchen Modificationen der oberen Luftregionen ergründen wir, wo unmittelbare Beobachtungen auf Bergen oder aëroſtatiſchen Reiſen fehlen, nur aus hypothetiſchen Combinationen, da das Barometer allerdings auch als Thermometer und Feuchtig-

keits=Beſtimmer dienen kann. Wichtige Witterungs=Veränderungen haben nicht eine örtliche Urſach an dem Beobachtungsorte ſelbſt; ſie ſind Folgen einer Begebenheit, die in weiter Ferne durch Störung des Gleichgewichts in den Luftſtrömungen begonnen hat, meiſt nicht an der Oberfläche der Erde, ſondern in den höchſten Regionen: kalte oder warme, trockene oder feuchte Luft herbeiführend, die Durchſichtigkeit der Luft trübend oder aufheiternd, die gethürmte Haufenwolke in zartgefiederten Cirrus umwandelnd. Weil alſo Unzugänglichkeit der Erſcheinungen ſich zu der Vervielfältigung und Complication der Störungen geſellt, hat es mir immer geſchienen, daß die Meteorologie ihr Heil und ihre Wurzel wohl zuerſt in der heißen Zone ſuchen müſſe: in jener glücklichen Region, wo ſtets dieſelben Lüfte wehen, wo Ebbe und Fluth des atmoſphäriſchen Druckes, wo der Gang der Hydrometeore, wo das Eintreten electriſcher Explosionen periodiſch wiederkehrend ſind.

Nachdem wir, den ganzen Umfang des anorganiſchen Erdenlebens durchlaufend, den Planeten in ſeiner Geſtaltung, ſeiner inneren Wärme, ſeiner electro=magnetiſchen Ladung, ſeinem Lichtproceſſe an den Polen, ſeiner, Vulcanismus genannten Reaction gegen die ſtarre, mannigfach zuſammengeſetzte, äußere Rinde, endlich in den Erſcheinungen ſeiner zwiefachen äußeren Hüllen (des Oceans und des Luftmeers) mit wenigen Zügen geſchildert haben; könnte nach der älteren Behandlung der phyſiſchen Erdbeſchreibung das Naturbild als vollendet betrachtet werden. Wo aber die Weltanſicht zu einem höheren Standpunkte ſich zu erheben ſtrebt, würde jenes Naturbild ſeines anmuthigſten Reizes beraubt erſcheinen,

wenn es uns nicht zugleich die Sphäre des organiſchen Lebens in den vielen Abſtufungen ſeiner typiſchen Entwickelung darböte. Der Begriff der Belebtheit iſt ſo an den Begriff von dem Daſein der treibenden, unabläſſig wirkſamen, entmiſchend ſchaffenden Naturkräfte geknüpft, welche in dem Erdkörper ſich regen: daß in den älteſten Mythen der Völker dieſen Kräften die Erzeugung der Pflanzen und Thiere zugeſchrieben, ja der Zuſtand einer unbelebten Oberfläche unſres Planeten in die chaotiſche Urzeit kämpfender Elemente hinaufgerückt wurde. In das empiriſche Gebiet objectiver ſinnlicher Betrachtung, in die Schilderung des Gewordenen, des dermaligen Zuſtandes unſres Planeten, gehören nicht die geheimnißvollen und ungelöſten Probleme des Werdens.

Die Weltbeſchreibung, nüchtern an die Realität gefeſſelt, bleibt nicht aus Schüchternheit, ſondern nach der Natur ihres Inhaltes und ihrer Begrenzung den dunkeln Anfängen einer Geſchichte der Organismen[90] fremd: wenn das Wort Geſchichte hier in ſeinem gebräuchlichſten Sinne genommen wird. Aber die Weltbeſchreibung darf auch daran mahnen, daß in der anorganiſchen Erdrinde dieſelben Grundſtoffe vorhanden ſind, welche das Gerüſte der Thier- und Pflanzen-Organe bilden. Sie lehrt, daß in dieſen wie in jener dieſelben Kräfte walten, welche Stoffe verbinden und trennen, welche geſtalten und flüſſig machen in den organiſchen Geweben: aber Bedingungen unterworfen, die noch unergründet unter der ſehr unbeſtimmten Benennung von Wirkungen der Lebenskräfte nach mehr oder minder glücklich geahndeten Analogien ſyſtematiſch gruppirt werden. Der naturbeſchauenden Stimmung unſers

Gemüthes iſt es daher ein Bedürfniß, die phyſiſchen Erſcheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußerſten Gipfel, bis zur Form-Entwickelung der Vegetabilien und der ſich ſelbſt beſtimmenden Bewegung im thieriſchen Organismus zu verfolgen. So ſchließt ſich die Geographie des Organiſch-Lebendigen (Geographie der Pflanzen und Thiere) an die Schilderung der anorganiſchen Naturerſcheinungen des Erdkörpers an.

Ohne hier die ſchwierige Frage zu erörtern über das „ſich ſelbſt Bewegende", d. h. über den Unterſchied des vegetabiliſchen und thieriſchen Lebens: müſſen wir zuerſt nur darauf aufmerkſam machen, daß, wenn wir von Natur mit microſcopiſcher Sehkraft begabt, wenn die Integumente der Pflanzen vollkommen durchſichtig wären, das Gewächsreich uns nicht den Anblick von Unbeweglichkeit und Ruhe darbieten würde, in welcher es jetzt unſeren Sinnen erſcheint. Die inneren Theile des Zellenbaues der Organe ſind unaufhörlich durch die verſchiedenartigſten Strömungen belebt. Es ſind: Rotations-Strömungen: auf- und abſteigend, ſich verzweigend, ihre Richtungen verändernd, durch die Bewegung körnigen Schleims offenbart, in Waſſerpflanzen (Najaden, Characeen, Hydrochariden) und in den Haaren phanerogamiſcher Landpflanzen; eine wimmelnde, von dem großen Botaniker Robert Brown entdeckte Molecular-Bewegung, welche freilich außerhalb der Organe bei jeder äußerſten Theilung der Materie ebenfalls bemerkbar wird; die kreiſende Strömung der Milchſaft-Kügelchen (Cycloſe) in einem Syſtem eigener Gefäße; endlich die ſonderbaren, ſich entrollenden, gegliederten Fadengefäße in den Antheridien der Chara und den Reproductions-Organen der Lebermooſe und Tang-Arten,

in welchen der, der Wiſſenſchaft zu früh entriſſene Meyen ein Analogon der Spermatozoen der animaliſchen Schöpfung zu erkennen glaubte. Zählen wir zu dieſen mannigfaltigen Regungen und Wirbeln noch hinzu, was der Endosmoſe, den Proceſſen der Ernährung und des Wachsthums, was den inneren Luftſtrömen zugehört; ſo haben wir ein Bild von den Kräften, welche, uns faſt unbewußt, in dem ſtillen Pflanzenleben thätig ſind.

Seitdem ich in den Anſichten der Natur die Allbelebtheit der Erdoberfläche, die Verbreitung der organiſchen Formen nach Maaßgabe der Tiefe und Höhe geſchildert habe, iſt unſere Kenntniß auch in dieſer Richtung durch Ehrenberg's glänzende Entdeckungen „über das Verhalten des kleinſten Lebens in dem Weltmeere wie in dem Eiſe der Polarländer" auf eine überraſchende Weiſe: und zwar nicht durch combinatoriſche Schlüſſe, ſondern auf dem Wege genauer Beobachtung, vermehrt worden. Die Lebensſphäre, man möchte ſagen der Horizont des Lebens, hat ſich vor unſeren Augen erweitert. „Es giebt nicht nur ein unſichtbar kleines, microſcopiſches, ununterbrochen thätiges Leben in der Nähe beider Pole, da wo längſt das größere nicht mehr gedeiht; die microſcopiſchen Lebensformen des Südpol-Meeres, auf der antarctiſchen Reiſe des Capitän James Roß geſammelt, enthalten ſogar einen ganz beſonderen Reichthum bisher ganz unbekannter, oft ſehr zierlicher Bildungen. Selbſt im Rückſtande des geſchmolzenen, in rundlichen Stücken umherſchwimmenden Eiſes, unter einer Breite von 78° 10′, wurden über funfzig Arten kieſelſchaliger Polygaſtern, ja Coſcinodiſken, mit ihren grünen Ovarien: alſo ſicher lebend und gegen die Extreme ſtrenger Kälte glücklich

ankämpfend, gefunden. In dem Golf des Erebus wurden mit dem Senkblei in 1242 bis 1620 Fuß Tiefe 68 kieſelſchalige Polygaſtern und Phytolitharien, und mit ihnen nur eine einzige kalkſchalige Polythalamia, heraufgezogen."

Die bisher beobachteten oceaniſchen microſcopiſchen Formen ſind in weit überwiegender Menge die *kieſelſchaligen*, obgleich die Analyſe des Meerwaſſers die Kieſelerde nicht als weſentlichen Beſtandtheil zeigt (und dieſelbe wohl nur als ſchwebend gedacht werden kann). Der Ocean iſt aber nicht bloß an einzelnen Punkten und in Binnenmeeren, oder den Küſten nahe, mit unſichtbaren, d. h. von nichtbewaffneten Augen ungeſehenen Lebens-Atomen dicht bevölkert; man kann auch nach den von Schayer auf ſeiner Rückreiſe aus Van Diemens Land geſchöpften Waſſerproben (ſüdlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung in 57° Breite, wie mitten unter den Wendekreiſen im atlantiſchen Meere) für erwieſen annehmen: daß der Ocean in ſeinem gewöhnlichen Zuſtande, ohne beſondere Färbung, ohne fragmentariſch ſchwimmende, den Oſcillatorien unſerer ſüßen Waſſer ähnliche Filze kieſelſchaliger Fäden der Gattung Chaetoceros, bei klarſter Durchſichtigkeit zahlreiche microſcopiſche ſelbſtſtändige Organismen enthalte. Einige Polygaſtern von den Cockburn-Inſeln, mit Pinguin-Excrementen und Sand gemengt, ſcheinen über die ganze Erde verbreitet; andere ſind beiden Polen gemeinſam.[91]

Es herrſcht demnach, und die neueſten Beobachtungen beſtätigen dieſe Anſicht, in der ewigen Nacht der oceaniſchen Tiefen vorzugsweiſe das *Thierleben*: während auf den Continenten, des periodiſchen Reizes der Sonnenſtrahlen bedürftig, das *Pflanzenleben* am meiſten verbreitet iſt.

Der Maſſe nach überwiegt im allgemeinen der vegetabiliſche Organismus bei weitem den thieriſchen auf der Erde. Was iſt die Zahl großer Cetaceen und Pachydermen gegen das Volum dichtgedrängter, rieſenmäßiger Baumſtämme von 8—12 Fuß Durchmeſſer in dem einzigen Waldraum, welcher die Tropenzone von Südamerika zwiſchen dem Orinoco, dem Amazonenfluß und dem Rio da Madeira füllt! Wenn auch der Charakter der verſchiedenen Erdräume von allen äußeren Erſcheinungen zugleich abhängt; wenn Umriß der Gebirge, Phyſiognomie der Pflanzen und Thiere, wenn Himmelsbläue, Wolkengeſtalt und Durchſichtigkeit des Luftkreiſes den Total-Eindruck bewirken: ſo iſt doch nicht zu läugnen, daß das Hauptbeſtimmende dieſes Eindrucks die Pflanzendecke iſt. Dem thieriſchen Organismus fehlt es an Maſſe, und die Beweglichkeit der Individuen entzieht ſie oft unſern Blicken. Die Pflanzenſchöpfung wirkt durch ſtetige Größe auf unſere Einbildungskraft; ihre Maſſe bezeichnet ihr Alter, und in den Gewächſen allein ſind Alter und Ausdruck der ſtets ſich erneuernden Kraft mit einander gepaart.[92] In dem Thierreiche (und auch dieſe Betrachtung iſt das Reſultat von Ehrenberg's Entdeckungen) iſt es gerade das Leben, das man das kleinſte im Raume zu nennen pflegt, welches durch ſeine Selbſttheilung und raſche Vermehrung[93] die wunderbarſten Maſſen-Verhältniſſe darbietet. Die kleinſten der Infuſorien, die Monadinen, erreichen nur einen Durchmeſſer von $^1/_{3000}$ einer Linie: und doch bilden die kieſelſchaligen Organismen in feuchten Gegenden unterirdiſche belebte Schichten von der Dicke mehrerer Lachter.

Der Eindruck der Allbelebtheit der Natur, anregend

und wohlthätig dem fühlenden Menſchen, gehört jeder Zone an; am mächtigſten wird er gegen den Aequator hin: in der eigentlichen Zone der Palmen, der Bambuſen und der baumartigen Farn, da wo von dem mollusken- und corallenreichen Meeresufer der Boden ſich bis zur ewigen Schneegrenze erhebt. Die Ortsverhältniſſe der Pflanzen und Thiere umfaſſen faſt alle Höhen und Tiefen. Organiſche Gebilde ſteigen in das Innere der Erde herab; nicht bloß da, wo durch den Fleiß des Bergmannes große Weitungen entſtanden ſind: auch in natürlichen Höhlen, die zum erſten Male durch Sprengarbeit geöffnet wurden und in die nur meteoriſche Tagewaſſer auf Spalten eindringen konnten, habe ich ſchneeweiße Stalactiten-Wände mit dem zarten Geflechte einer Usnea bedeckt gefunden. Podurellen dringen in die Eisröhren der Gletſcher am Mont Roſe, im Grindelwald und dem Oberen Aargletſcher; Chionaea araneoides, von Dalman beſchrieben, und die microſcopiſche Discerea nivalis (einſt Protococcus) leben im Schnee der Polarländer wie in dem unſerer hohen Gebirge. Das Rothwerden des alten Schnees war ſchon dem Ariſtoteles, wahrſcheinlich in den macedoniſchen Gebirgen, bekannt geworden.[94] Während auf hohen Gipfeln der ſchweizer Alpen nur Lecideen, Parmelien und Umbilicarien das von Schnee entblößte Geſtein farbig, aber ſparſam überziehen; blühen noch vereinzelt in der Tropengegend der Andeskette in 14000 und 14400 Fuß Höhe ſchöne Phanerogamen: das wollige Culcitium rufescens, Sida pichinchensis und Saxifraga Boussingaulti. Heiße Quellen enthalten kleine Inſecten (Hydroporus thermalis), Gallionellen, Oſcillatorien und Conferven; ſie tränken ſelbſt die Wurzelfaſern phanerogamiſcher Gewächſe. Wie Erde,

Luft und Waſſer bei den verſchiedenſten Temperaturen belebt ſind; ſo iſt es auch das Innre der verſchiedenſten Theile der Thierkörper. Es giebt Blutthiere in den Fröſchen wie im Lachſe; nach Nordmann ſind oft alle Flüſſigkeiten der Fiſchaugen mit einem Saugwurme (Diplostomum) gefüllt: ja in den Kiemen des Bleies lebt das wunderſame Doppelthier (Diplozoon paradoxum), welches der eben genannte Naturforſcher entdeckt hat: ein Thier, kreuzförmig verwachſen, mit 2 Köpfen und 2 Schwanzenden verſehen.

Wenn auch die Exiſtenz von ſogenannten Meteor-Infuſorien mehr als zweifelhaft iſt, ſo darf doch die Möglichkeit nicht geläugnet werden, daß, wie Fichten-Blüthenſtaub jährlich aus der Atmoſphäre herabfällt, auch kleine Infuſionsthiere, mit dem Waſſerdampf paſſiv gehoben, eine Zeit lang in den Luftſchichten ſchweben können.[95] Dieſer Umſtand iſt bei dem uralten Zwiſte über eine mutterloſe Zeugung[96] (generatio spontanea) in ernſte Betrachtung zu nehmen: um ſo mehr als Ehrenberg, wie ſchon oben bemerkt, entdeckt hat, daß der nebelartig die Luft trübende Staubregen, welchem Seefahrer häufig in der Nähe der capverdiſchen Inſeln und bis in 380 Seemeilen Entfernung von der afrikaniſchen Küſte ausgeſetzt ſind, Reſte von 18 Arten kieſelſchaliger polygaſtriſcher Thierchen enthält.

Die Fülle der Organismen, deren räumliche Vertheilung die Geographie der Pflanzen und Thiere verfolgt, wird entweder nach der Verſchiedenheit und relativen Zahl der Bildungstypen, alſo nach der Geſtaltung der vorhandenen Gattungen und Arten; oder nach der Zahl der Individuen betrachtet, welche auf einem gegebenen Flächenraume einer jeden Art zukommt. Bei den Pflanzen wie bei

den Thieren iſt es ein wichtiger Unterſchied ihrer Lebensweiſe, ob ſie iſolirt (vereinzelt) oder geſellig lebend gefunden werden. Die Arten, welche ich geſellige Pflanzen[97] genannt habe, bedecken einförmig große Strecken. Dahin gehören viele Tang-Arten des Meeres, Cladonien und Mooſe in den öden Flachländern des nördlichen Aſiens, Gräſer und orgelartig aufſtrebende Cacteen, Avicennia und Manglesträucher in der Tropenwelt, Wälder von Coniferen und Birken in den baltiſchen und ſibiriſchen Ebnen. Dieſe Art der geographiſchen Vertheilung beſtimmt: neben der individuellen Form der Pflanzengeſtalt, neben ihrer Größe, Blatt- und Blüthenform, hauptſächlich den phyſiognomiſchen Charakter[98] einer Gegend. Das bewegliche Bild des Thierlebens: ſo mannigfaltig und reizend, ſo mehr angeeignet es unſeren Gefühlen der Zuneigung oder des Abſcheues iſt; bleibt faſt demſelben fremd, wirkt wenigſtens minder mächtig auf ihn. Die ackerbauenden Völker vermehren künſtlich die Herrſchaft geſelliger Pflanzen, und ſo an vielen Punkten der gemäßigten und nördlichen Zone den Anblick der Einförmigkeit der Natur; auch bereiten ſie den Untergang wildwachſenden Pflanzen und ſiedeln andere, die dem Menſchen auf fernen Wanderungen folgen, abſichtslos an. Die üppige Zone der Tropenwelt widerſteht kräftiger dieſen gewaltſamen Umwandlungen der Schöpfung.

Beobachter, welche in kurzer Zeit große Landſtrecken durchzogen, Gebirgsgruppen beſtiegen hatten, in denen die Klimate ſchichtenweiſe über einander gelagert ſind, mußten ſich früh angeregt fühlen von einer geſetzmäßigen Vertheilung der Pflanzenformen. Sie ſammelten rohe Materialien für eine Wiſſenſchaft, deren Name noch nicht ausgeſprochen war.

dieſelben Zonen (Regionen) der Gewächſe, welche als Jüngling der Cardinal Bembo[99] am Abhange des Aetna im ſechzehnten Jahrhundert beſchrieb, fand Tournefort am Ararat wieder. Er verglich ſcharfſinnig die Alpenflor mit der Flor der Ebenen unter verſchiednen Breiten; er bemerkte zuerſt, daß die Erhöhung des Bodens über dem Meeresſpiegel auf die Vertheilung der Gewächſe wirke, wie die Entfernung vom Pole im Flachlande. Menzel in einer unedirten Flora von Japan ſprach zufällig den Namen der Geographie der Pflanzen aus. Dieſer Name findet ſich wieder in den phantaſtiſchen, aber anmuthigen Studien der Natur von Bernardin de St. Pierre. Eine wiſſenſchaftliche Behandlung des Gegenſtandes hat erſt angefangen, als man die Geographie der Pflanzen mit der Lehre von der Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper in innige Verbindung brachte; als man die Gewächſe nach natürlichen Familien ordnen: und ſo numeriſch unterſcheiden konnte, welche Formen vom Aequator gegen die Pole ab- oder zunehmen, in welchem Zahlenverhältniß in verſchiedenen Erdſtrichen jede Familie zu der ganzen daſelbſt wachſenden Maſſe der Phanerogamen ſtehe. Es iſt ein glücklicher Umſtand meines Lebens geweſen, daß zu der Zeit, in welcher ich mich faſt ausſchließend mit Botanik beſchäftigte, meine Studien, durch den Anblick einer großartigen, klimatiſch contraſtirten Natur begünſtigt, ſich auf die eben genannten Gegenſtände der Unterſuchung richten konnten.

Die geographiſche Verbreitung der Thierformen, über welche Buffon zuerſt allgemeine und großentheils ſehr richtige Anſichten aufgeſtellt, hat in neueren Zeiten aus den

Fortſchritten der Pflanzen-Geographie mannigfaltigen Nutzen gezogen. Die Krümmungen der Iſothermen, beſonders die der iſochimenen, offenbaren ſich in den Grenzen, welche gewiſſe Pflanzen- und nicht weit wandernde Thierarten gegen die Pole zu, wie gegen den Gipfel ſchneebedeckter Gebirge, ſelten überſteigen. Das Elennthier z. B. lebt auf der ſcandinaviſchen Halbinſel faſt zehn Grad nördlicher als im Innern von Sibirien, wo die Linie gleicher Winterwärme ſo auffallend concav wird. Pflanzen wandern im Ei. Der Saamen vieler iſt mit eigenen Organen zur weiten Luftreiſe verſehen. Einmal angewurzelt, ſind ſie abhängiger vom Boden und von der Temperatur der Luftſchicht, welche ſie umgiebt. Thiere erweitern nach Willkühr ihren Verbreitungsbezirk von dem Aequator gegen die Pole hin: da vorzüglich, wo die Iſotheren ſich wölben und heiße Sommer auf eine ſtrenge Winterkälte folgen. Der Königstiger, von dem oſtindiſchen gar nicht verſchieden, ſtreift jeden Sommer im nördlichen Aſien bis in die Breite von Berlin und Hamburg, wie Ehrenberg und ich an einem anderen Orte entwickelt haben.[100]

Die Gruppirung oder Aſſociation der Gewächsarten, welche wir Floren (Vegetations-Gebiete) zu nennen gewohnt ſind, ſcheint mir, nach dem, was ich von der Erde geſehen, keineswegs das Vorherrſchen einzelner Familien ſo zu offenbaren, daß man berechtigt ſein könnte Reiche der Umbellaten, Solidago-Arten, Labiaten oder Scitamineen geographiſch aufzuſtellen. Meine individuelle Anſicht bleibt in dieſem Punkte abweichend von der Anſicht mehrerer der ausgezeichnetſten und mir befreundeten Botaniker Deutſchlands. Der Charakter der Floren in den

Hochländern von Mexico, Neu-Granada und Quito, vom europäiſchen Rußland und von Nord-Aſien liegt, wie ich glaube, nicht in der relativ größeren Zahl der Arten, welche eine oder zwei natürliche Familien bilden; er liegt in den viel complicirteren Verhältniſſen des Zuſammenlebens vieler Familien und der relativen Zahlenwerthe ihrer Arten. In einem Wieſen- und Steppenlande herrſchen allerdings die Gramineen und Cyperaceen, in unſern nördlichen Wäldern die Zapfenbäume, Cupuliferen und Betulineen vor; aber dieſes Vorherrſchen der Formen iſt nur ſcheinbar, und täuſchend wegen des Anblickes, den geſellige Pflanzen gewähren. Der Norden von Europa, und Sibirien in der Zone nördlich vom Altai verdienen wohl nicht mehr den Namen eines Reichs der Gramineen oder der Coniferen als die endloſen Llanos zwiſchen dem Orinoco und der Bergkette von Caracas oder als die Fichtenwaldungen von Mexico. In dem Zuſammenleben der Formen, die ſich theilweiſe erſetzen, in ihrer relativen Menge und Gruppirung liegt der Geſammteindruck von Fülle und Mannigfaltigkeit oder von Armuth und Einförmigkeit der vegetabiliſchen Natur.

Ich bin in dieſer fragmentaren Betrachtung der Erſcheinungen des Organismus von den einfachſten Zellen[1], gleichſam dem erſten Hauche des Lebens, zu höheren und höheren Bildungen aufgeſtiegen. „Das Zuſammenhäufen von Schleimkörnchen zu einem beſtimmt geformten Cytoblaſten, um den ſich blaſenförmig eine Membrane als geſchloſſene Zelle bildet“, iſt entweder durch eine ſchon vorhandene Zelle veranlaßt, ſo daß Zelle durch Zelle entſteht[2]; oder der Zellenbildungsproceß iſt wie bei

den ſogenannten Gährungspilzen in das Dunkel eines chemiſchen Vorgangs gehüllt. Die geheimnißvollſte Art des Werdens durfte hier nur leiſe berührt werden. Die Geographie der Organismen (der Pflanzen und Thiere) behandelt die ſchon entwickelten Keime, ihre Anſiedelung durch willkührliche oder unwillkührliche Wanderung, ihr relatives Verhältniß, ihre Geſammtvertheilung auf dem Erdkörper.

Es würde das allgemeine Naturbild, das ich zu entwerfen ſtrebe, unvollſtändig bleiben, wenn ich hier nicht auch den Muth hätte das Menſchengeſchlecht in ſeinen phyſiſchen Abſtufungen, in der geographiſchen Verbreitung ſeiner gleichzeitig vorhandenen Typen; in dem Einfluß, welchen es von den Kräften der Erde empfangen und wechſelſeitig, wenn gleich ſchwächer, auf ſie ausgeübt hat: mit wenigen Zügen zu ſchildern. Abhängig, wenn gleich in minderem Grade als Pflanzen und Thiere, von dem Boden und den meteorologiſchen Proceſſen des Luftkreiſes; den Naturgewalten durch Geiſtesthätigkeit und ſtufenweiſe erhöhte Intelligenz, wie durch eine wunderbare, ſich allen Klimaten aneignende Biegſamkeit des Organismus leichter entgehend: nimmt das Geſchlecht weſentlich Theil an dem ganzen Erdenleben. Durch dieſe Beziehungen gehört demnach das dunkle und vielbeſtrittene Problem von der Möglichkeit gemeinſamer Abſtammung in den Ideenkreis, welchen die phyſiſche Weltbeſchreibung umfaßt. Es ſoll die Unterſuchung dieſes Problems, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, durch ein edleres und rein menſchliches Intereſſe das letzte Ziel meiner Arbeit bezeichnen. Das unermeſſene Reich der Sprachen, in deren verſchiedenartigem

Organiſmus ſich die Geſchicke der Völker ahndungsvoll abſpiegeln, ſteht am nächſten dem Gebiet der Stammverwandtſchaft; und was ſelbſt kleine Stammverſchiedenheiten hervorzurufen vermögen, lehrt uns in der Blüthe geiſtiger Cultur die helleniſche Welt. Die wichtigſten Fragen der Bildungsgeſchichte der Menſchheit knüpfen ſich an die Ideen von Abſtammung, Gemeinſchaft der Sprache, Unwandelbarkeit in einer urſprünglichen Richtung des Geiſtes und des Gemüthes.

So lange man nur bei den Extremen in der Variation der Farbe und der Geſtaltung verweilte, und ſich der Lebhaftigkeit der erſten ſinnlichen Eindrücke hingab, konnte man allerdings geneigt werden die Racen nicht als bloße Abarten, ſondern als urſprünglich verſchiedene Menſchenſtämme zu betrachten. Die Feſtigkeit gewiſſer Typen[3] mitten unter der feindlichſten Einwirkung äußerer, beſonders klimatiſcher Potenzen ſchien eine ſolche Annahme zu begünſtigen: ſo kurz auch die Zeiträume ſind, aus denen hiſtoriſche Kunde zu uns gelangt iſt. Kräftiger aber ſprechen, auch meiner Anſicht nach, für die Einheit des Menſchengeſchlechts die vielen Mittelſtufen[4] der Hautfarbe und des Schädelbaues, welche die raſchen Fortſchritte der Länderkenntniß uns in neueren Zeiten dargeboten haben; die Analogie der Abartung in anderen wilden und zahmen Thierclaſſen; die ſicheren Erfahrungen, welche über die Grenzen fruchtbarer Baſtard-Erzeugung[5] haben geſammelt werden können. Der größere Theil der Contraſte, die man ehemals hatte zu finden geglaubt, iſt durch die fleißige Arbeit Tiedemann's über das Hirn der Neger und der Europäer, durch die anatomiſchen Unterſuchungen Vrolik's

und Weber's über die Geſtalt des Beckens hinweggeräumt. Wenn man die dunkelfarbigen afrikaniſchen Nationen, über die Prichard's gründliches Werk ſo viel Licht verbreitet hat, in ihrer Allgemeinheit umfaßt: und ſie dazu noch mit den Stämmen des ſüdindiſchen und weſt-auſtraliſchen Archipels, mit den Papuas und Alfourous (Haraforen, Endamenen) vergleicht; ſo ſieht man deutlich, daß ſchwarze Hautfarbe, wolliges Haar und negerartige Geſichtszüge keinesweges immer mit einander verbunden ſind[6]. So lange den weſtlichen Völkern nur ein kleiner Theil der Erde aufgeſchloſſen war, mußten einſeitige Anſichten ſich bilden. Sonnenhitze der Tropenwelt und ſchwarze Hautfarbe ſchienen unzertrennlich. „Die Aethiopen", ſang der alte Tragiker Theodectes von Phaſelis[7], „färbt der nahe Sonnengott in ſeinem Laufe mit des Ruſſes finſterem Glanz; die Sonnengluth kräuſelt ihnen dörrend das Haar." Erſt die Heerzüge Alexanders, welche ſo viele Ideen der phyſiſchen Erdbeſchreibung anregten, fachten den Streit über den unſicheren Einfluß der Klimate auf die Volksſtämme an. „Die Geſchlechter der Thiere und Pflanzen", ſagt einer der größten Anatomen unſres Zeitalters, Johannes Müller, in ſeiner alles umfaſſenden Phyſiologie des Menſchen, „verändern ſich während ihrer Ausbreitung über die Oberfläche der Erde innerhalb der den Arten und Gattungen vorgeſchriebenen Grenzen. Sie pflanzen ſich als Typen der Variation der Arten organiſch fort. Aus dem Zuſammenwirken verſchiedener ſowohl innerer als äußerer, im einzelnen nicht nachweisbarer Bedingungen ſind die gegenwärtigen Racen der Thiere hervorgegangen: von welchen ſich die auffallendſten Abarten bei denen finden, die der

ausgedehnteſten Verbreitung auf der Erde fähig ſind. Die Menſchenracen ſind Formen einer einzigen Art, welche ſich fruchtbar paaren und durch Zeugung fortpflanzen; ſie ſind nicht Arten eines Genus: wären ſie das letztere, ſo würden ihre Baſtarde unter ſich unfruchtbar ſein. Ob die gegebenen Menſchenracen von mehreren oder Einem Urmenſchen abſtammen, kann nicht aus der Erfahrung ermittelt werden."[8]

Die geographiſchen Forſchungen über den alten Sitz, die ſogenannte Wiege des Menſchengeſchlechts haben in der That einen rein mythiſchen Charakter. „Wir kennen", ſagt Wilhelm von Humboldt in einer noch ungedruckten Arbeit über die Verſchiedenheit der Sprachen und Völker, „geſchichtlich oder auch nur durch irgend ſichere Ueberlieferung keinen Zeitpunkt, in welchem das Menſchengeſchlecht nicht in Völkerhaufen getrennt geweſen wäre. Ob dieſer Zuſtand der urſprüngliche war oder erſt ſpäter entſtand, läßt ſich daher geſchichtlich nicht entſcheiden. Einzelne, an ſehr verſchiedenen Punkten der Erde, ohne irgend ſichtbaren Zuſammenhang, wiederkehrende Sagen verneinen die erſtere Annahme, und laſſen das ganze Menſchengeſchlecht von Einem Menſchenpaare abſtammen. Die weite Verbreitung dieſer Sage hat ſie bisweilen für eine Urerinnerung der Menſchheit halten laſſen. Gerade dieſer Umſtand aber beweiſt vielmehr, daß ihr keine Ueberlieferung und nichts geſchichtliches zum Grunde lag, ſondern nur die Gleichheit der menſchlichen Vorſtellungsweiſe zu derſelben Erklärung der gleichen Erſcheinung führte: wie gewiß viele Mythen, ohne geſchichtlichen Zuſammenhang, bloß aus der Gleichheit des menſchlichen Dichtens und Grübelns

entſtanden. Jene Sage trägt auch darin ganz das Gepräge menſchlicher Erfindung, daß ſie die außer aller Erfahrung liegende Erſcheinung des erſten Entſtehens des Menſchengeſchlechts auf eine innerhalb heutiger Erfahrung liegende Weiſe: und ſo erklären will, wie in Zeiten, wo das ganze Menſchengeſchlecht ſchon Jahrtauſende hindurch beſtanden hatte, eine wüſte Inſel oder ein abgeſondertes Gebirgsthal mag bevölkert worden ſein. Vergeblich würde ſich das Nachdenken in das Problem jener erſten Entſtehung vertieft haben: da der Menſch ſo an ſein Geſchlecht und an die Zeit gebunden iſt, daß ſich ein Einzelner ohne vorhandenes Geſchlecht und ohne Vergangenheit gar nicht in menſchlichem Daſein faſſen läßt. Ob alſo in dieſer, weder auf dem Wege der Gedanken noch der Erfahrung zu entſcheidenden Frage wirklich jener angeblich traditionelle Zuſtand der geſchichtliche war, oder ob das Menſchengeſchlecht von ſeinem Beginnen an völkerweiſe den Erdboden bewohnte? darf die Sprachkunde weder aus ſich beſtimmen noch, die Entſcheidung anderswoher nehmend, zum Erklärungsgrunde für ſich brauchen wollen."

Die Gliederung der Menſchheit iſt nur eine Gliederung in Abarten, die man mit dem, freilich etwas unbeſtimmten Worte Racen bezeichnet. Wie in dem Gewächsreiche, in der Naturgeſchichte der Vögel und Fiſche die Gruppirung in viele kleine Familien ſicherer als die in wenige, große Maſſen umfaſſende Abtheilungen iſt: ſo ſcheint mir auch, bei der Beſtimmung der Racen, die Aufſtellung kleinerer Völkerfamilien vorzuziehen. Man mag die alte Claſſification meines Lehrers Blumenbach nach fünf Racen (der caucaſiſchen, mongoliſchen, amerikaniſchen, äthiopiſchen und

malayiſchen) befolgen oder mit Prichard ſieben[9] Racen (die iraniſche, turaniſche, amerikaniſche, die der Hottentotten und Buſchmänner, der Neger, der Papuas und der Alfourous) annehmen: immer iſt keine typiſche Schärfe, kein durchgeführtes natürliches Princip der Eintheilung in ſolchen Gruppirungen zu erkennen. Man ſondert ab, was gleichſam die Extreme der Geſtaltung und Farbe bildet: unbekümmert um die Völkerſtämme, welche nicht in jene Claſſen einzuſchalten ſind, und welche man bald ſcythiſche, bald allophyliſche Racen hat nennen wollen. Iraniſch iſt allerdings für die europäiſchen Völker ein minder ſchlechter Name als caucaſiſch; aber im allgemeinen darf man behaupten, daß geographiſche Benennungen als Ausgangspunkt der Race ſehr unbeſtimmt ſind, wenn das Land, welches der Race den Namen geben ſoll, wie z. B. Turan (Mawerannahr), zu verſchiedenen Zeiten[10] von den verſchiedenſten Volksſtämmen, — indo-germaniſchen und finniſchen, nicht aber mongoliſchen Urſprungs —, bewohnt worden iſt.

Die Sprachen als geiſtige Schöpfungen der Menſchheit, als tief in ihre geiſtige Entwicklung verſchlungen, haben, indem ſie eine nationelle Form offenbaren, eine hohe Wichtigkeit für die zu erkennende Aehnlichkeit oder Verſchiedenheit der Racen. Sie haben dieſe Wichtigkeit, weil Gemeinſchaft der Abſtammung in das geheimnißvolle Labyrinth führt, in welchem die Verknüpfung der phyſiſchen (körperlichen) Anlagen mit der geiſtigen Kraft in tauſendfältig verſchiedener Geſtaltung ſich darſtellt. Die glänzenden Fortſchritte, welche das philoſophiſche Sprachſtudium im deutſchen Vaterlande ſeit noch nicht einem halben Jahrhundert gemacht hat, erleichtern die Unterſuchungen über den

nationellen Charakter" der Sprachen: über das, was die Abſtammung ſcheint herbeigeführt zu haben. Wie in allen Gebieten idealer Speculation, ſteht aber auch hier die Gefahr der Täuſchung neben der Hoffnung einer reichen und ſicheren Ausbeute.

Poſitive ethnographiſche Studien, durch gründliche Kenntniß der Geſchichte unterſtützt, lehren, daß eine große Vorſicht in dieſer Vergleichung der Völker, und der Sprachen, welcher die Völker ſich zu einer beſtimmten Zeitepoche bedienten, anzuwenden ſei. Unterjochung, langes Zuſammenleben, Einfluß einer fremden Religion, Vermiſchung der Stämme, wenn auch oft nur bei geringer Zahl der mächtigeren und gebildeteren Einwanderer, haben ein in beiden Continenten ſich gleichmäßig erneuerndes Phänomen hervorgerufen: daß ganz verſchiedene Sprachfamilien ſich bei einer und derſelben Race, daß bei Völkern ſehr verſchiedener Abſtammung ſich Idiome deſſelben Sprachſtammes finden. Aſiatiſche Welteroberer haben am mächtigſten auf ſolche Erſcheinungen eingewirkt.

Sprache iſt aber ein Theil der Naturkunde des Geiſtes; und wenn auch die Freiheit, mit welcher der Geiſt in glücklicher Ungebundenheit die ſelbſtgewählten Richtungen, unter ganz verſchiedenartigen phyſiſchen Einflüſſen, ſtetig verfolgt, ihn der Erdgewalt mächtig zu entziehen ſtrebt: ſo wird die Entfeſſelung doch nie ganz vollbracht. Es bleibt etwas von dem, was den Naturanlagen aus Abſtammung, dem Klima, der heiteren Himmelsbläue, oder einer trüben Dampf-Atmoſphäre der Inſelwelt zugehört. Da nun der Reichthum und die Anmuth des Sprachbaues ſich aus dem Gedanken wie aus des Geiſtes zarteſter Blüthe entfalten;

ſo wollen wir nicht, daß bei der Innigkeit des Bandes, welches beide Sphären, die phyſiſche und die Sphäre der Intelligenz und der Gefühle, mit einander verknüpft, unſer Naturbild des freundlichen Lichtes und der Färbung entbehre, welche ihm die, hier freilich nur angedeuteten Betrachtungen über das Verhältniß der Abſtammung zur Sprache verleihen können.

Indem wir die Einheit des Menſchengeſchlechtes behaupten, widerſtreben wir auch jeder unerfreulichen Annahme [12] von höheren und niederen Menſchenracen. Es giebt bildſamere, höher gebildete, durch geiſtige Cultur veredelte: aber keine edleren Volksſtämme. Alle ſind gleichmäßig zur Freiheit beſtimmt: zur Freiheit, welche in roheren Zuſtänden dem Einzelnen, in dem Staatenleben bei dem Genuß politiſcher Inſtitutionen der Geſammtheit als Berechtigung zukommt. „Wenn wir eine Idee bezeichnen wollen, die durch die ganze Geſchichte hindurch in immer mehr erweiterter Geltung ſichtbar iſt; wenn irgend eine die vielfach beſtrittene, aber noch vielfacher mißverſtandene Vervollkommnung des ganzen Geſchlechtes beweiſt: ſo iſt es die Idee der Menſchlichkeit: das Beſtreben, die Grenzen, welche Vorurtheile und einſeitige Anſichten aller Art feindſelig zwiſchen die Menſchen geſtellt, aufzuheben; und die geſammte Menſchheit: ohne Rückſicht auf Religion, Nation und Farbe, als Einen großen, nahe verbrüderten Stamm, als ein zur Erreichung Eines Zweckes, der freien Entwicklung innerlicher Kraft, beſtehendes Ganzes zu behandeln. Es iſt dies das letzte, äußerſte Ziel der Geſelligkeit, und zugleich die durch ſeine Natur ſelbſt in ihn gelegte Richtung des Menſchen auf unbeſtimmte Erweiterung ſeines Daſeins. Er ſieht den Boden, ſo weit er ſich

ausdehnt; den Himmel, ſo weit, ihm entdeckbar, er von Geſtirnen umflammt wird: als innerlich ſein, als ihm zur Betrachtung und Wirkſamkeit gegeben an. Schon das Kind ſehnt ſich über die Hügel, über die Seen hinaus, welche ſeine enge Heimath umſchließen; es ſehnt ſich dann wieder pflanzenartig zurück: denn es iſt das Rührende und Schöne im Menſchen, daß Sehnſucht nach Erwünſchtem und nach Verlorenem ihn immer bewahrt ausſchließlich an dem Augenblicke zu haften. So feſtgewurzelt in der innerſten Natur des Menſchen, und zugleich geboten durch ſeine höchſten Beſtrebungen, wird jene wohlwollend menſchliche Verbindung des ganzen Geſchlechts zu einer der großen leitenden Ideen in der Geſchichte der Menſchheit." [13]

Mit dieſen Worten, welche ihre Anmuth aus der Tiefe der Gefühle ſchöpfen, ſei es dem Bruder erlaubt die allgemeine Darſtellung der Naturerſcheinungen im Weltall zu beſchließen. Von den fernſten Nebelflecken und von kreiſenden Doppelſternen ſind wir zu den kleinſten Organismen der thieriſchen Schöpfung im Meer und Land, und zu den zarten Pflanzenkeimen herabgeſtiegen, welche die nackte Felsklippe am Abhang eiſiger Berggipfel bekleiden. Nach theilweiſe erkannten Geſetzen konnten hier die Erſcheinungen geordnet werden. Geſetze anderer, geheimnißvollerer Art walten in den höchſten Lebenskreiſen der organiſchen Welt: in denen des vielfach geſtalteten, mit ſchaffender Geiſteskraft begabten, ſpracherzeugenden Menſchengeſchlechts. Ein phyſiſches Naturgemälde bezeichnet die Grenze, wo die Sphäre der Intelligenz beginnt und der ferne Blick ſich ſenkt in eine andere Welt. Es bezeichnet die Grenze und überſchreitet ſie nicht.

Anmerkungen.

1 (S. 88.) Die optiſchen Betrachtungen über den Unterſchied, welchen ein einziger leuchtender Punkt oder eine Scheibe von meßbarem Winkel darbieten, in der die Lichtſtärke in jedem Abſtande dieſelbe bleibt, findet man entwickelt in Arago, analyse des travaux de Sir William Herschel (Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 410—412 und 441).

2 (S. 88.) „Die beiden Magelhaniſchen Wolken, Nubecula major und minor, ſind höchſt merkwürdige Gegenſtände. Die größere Wolke iſt eine Zuſammenhäufung von Sternen: und beſteht aus Sternhaufen von unregelmäßiger Geſtalt, aus kugelförmigen Haufen und aus Nebelſternen von verſchiedener Größe und Dichtigkeit. Es liegen dazwiſchen große, nicht in Sterne aufzulöſende Nebelflecke, die wahrſcheinlich Sternenſtaub (star-dust) ſind, und ſelbſt mit dem zwanzigfüßigen Teleſcop nur als eine allgemeine Helligkeit des Geſichtsfeldes erſcheinen und einen glänzenden Hintergrund bilden, auf dem andere Gegenſtände von ſehr auffallender und unbegreiflicher Geſtalt zerſtreut ſind. An keinem anderen Theile des Himmels ſind auf einem ſo kleinen Raume ſo viele Nebel- und Sternhaufen zuſammengedrängt wie in dieſer Wolke. Die Nubecula minor iſt viel weniger ſchön; ſie zeigt mehr unauflösliches, nebliges Licht, und die darin befindlichen Sternhaufen ſind geringer an Zahl und ſchwächer." (Aus einem Briefe von Sir John Herſchel, Feldhuyſen am Cap der guten Hoffnung, 13 Jun. 1836.)

3 (S. 89.) Den ſchönen Ausdruck χόρτος οὐρανοῦ, welchen Heſychius einem unbekannten Dichter entlehnt, hätte ich oben bei Himmels-Garten angeführt, wenn χόρτος nicht allgemeiner einen eingeſchloſſenen Platz und ſo den „Himmels-Raum" bezeichnete. Der Zuſammenhang mit dem germaniſchen Garten (gothiſch gards, nach Jacob Grimm von gairdan, cingere) iſt aber nicht zu verkennen: ſo wenig als die Verwandtſchaft mit dem

ſlaviſchen grad, gorod und die von Pott (etymol. Forſchungen Th. I. S. 144) bemerkte mit dem lateiniſchen chors (woher corte, cour) und dem oſſetiſchen khart. Hieran ſchließt ſich ferner das nordiſche gard, gård (Umzäunung, dann: ein Gehöfte, Landſitz) und das perſiſche gerd, gird: Umkreis, Kreis; dann ein fürſtlicher Landſitz, Schloß oder Stadt, wie in alten Ortsnamen in Firduſi's Schahnameh: Siyawakſchgird, Darabgird u. a.

4 (S. 92.) Für *α* Cent. Maclear (Reſultate von 1839 und 1840) in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. XII. 1842 p. 370. Wahrſcheinlicher mittlerer Fehler 0″,0640; für 61 Cygni ſ. Beſſel in Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 47—49 u. in Schum. aſtr. Nachr. Bd. 17. S. 401 und 402. Mittlerer Fehler 0″,0141. Ueber die relativen Entfernungen der Sterne verſchiedener Ordnung: wie die dritter Größe wahrſcheinlich dreifach entfernter ſind, und wie man ſich die körperliche Geſtaltung der Sternſchichten vorſtellen ſolle, finde ich bei Kepler in der Epitome Astronomiae Copernicanae 1618 T. I. lib. 1 p. 34—39 eine merkwürdige Stelle: „Sol hic noster nil aliud est quam una ex fixis, nobis major et clarior visa, quia propior quam fixa. Pone terram stare ad latus, una semidiametro viae lacteae, tunc haec via lactea apparebit circulus parvus, vel ellipsis parva, tota declinans ad latus alterum; eritque simul uno intuitu conspicua, quae nunc non potest nisi dimidia conspici quovis momento. Itaque fixarum sphaera non tantum orbe stellarum, sed etiam circulo lactis versus nos deorsum est terminata."

5 (S. 95.) „Si dans les zones abandonnées par l'atmosphère du soleil il s'est trouvé des molécules trop volatiles pour s'unir entre elles ou aux planètes; elles doivent en continuant de circuler autour de cet astre offrir toutes les apparences de la lumière zodiacale, sans opposer de résistance sensible aux divers corps du système planétaire: soit à cause de leur extrême rareté, soit parce que leur mouvement est à fort peu près le même que celui des planètes qu'elles rencontrent." Laplace, Expos. du Syst. du Monde (éd. 5.) p. 415.

6 (S. 95.) Laplace a. a. O. p. 396 und 414.

7 (S. 95.) Littrow, Aſtronomie Th. II. 1825 S. 107; Mädler, Aſtr. 1841 S. 212 (Laplace a. a. O. S. 210).

8 (S. 97.) Kepler über die mit den Abſtänden von der Sonne zunehmende Dichte und zunehmendes Volum der Planeten, indem der Centralkörper (die Sonne) als der dichteſte aller Weltkörper beſchrieben wird, in der Epitome Astron. Copern. in VII libros digesta, 1618—1622, p. 420. Auch Leibnitz war der Meinung Kepler's und Otto's von Guericke zugethan, daß die Planeten in Verhältniß der Sonnenferne an Volum zunehmen. S. deſſen Brief an den Magdeburger Bürgermeiſter (Mainz 1671) in Leibnitz deutſchen Schriften, herausg. von Guhrauer, Th. 1. S. 264.

9 (S. 97.) S. für die Zuſammenſtellung der Maſſen Encke in Schum. aſtron. Nachr. 1843 No. 488 S. 114.

10 (S. 100.) Wenn der Halbmeſſer des Mondes nach Burckhardt's Beſtimmung 0,2725 und ſein Volum $^1/_{49{,}09}$ iſt, ſo ergiebt ſich ſeine Dichtigkeit 0,5596, nahe $^5/_9$. Vergl. auch Wilh. Beer und H. Mädler, der Mond S. 2 und 10, wie Mädler's Aſtr. S. 157. Der körperliche Inhalt des Mondes iſt nach Hanſen nahe an $^1/_{54}$ (nach Mädler $^1/_{49{,}6}$) des körperlichen Inhalts der Erde, ſeine Maſſe $^1/_{87{,}73}$ der Maſſe der Erde. Bei dem größten aller Jupiterstrabanten, dem dritten, ſind die Verhältniſſe zum Hauptplaneten im Volum $^1/_{15370}$, in der Maſſe $^1/_{11300}$. Ueber die Abplattung des Uranus ſ. Schum. aſtron. Nachr. 1844 No. 493.

11 (S. 104.) Beer und Mädler a. a. O. § 185 S. 208 und § 347 S. 332; derſ. Verf. phyſ. Kenntniß der himml. Körper S. 4 und 69 Tab. I.

12 (S. 105.) Die vier älteſten Cometen, deren Bahn hat berechnet werden können, und zwar nach chineſiſchen Beobachtungen, ſind die von 240 (unter Gordian III), 539 (unter Juſtinian), 565 und 837. Während daß dieſer letzte Comet, der nach du Séjour 24 Stunden lang weniger als 500000 Meilen von der Erde entfernt war, Ludwig den Frommen dermaßen erſchreckte, daß er durch Stiftung von Klöſtern einer drohenden Gefahr zu entgehen hoffte; verfolgten die chineſiſchen Aſtronomen ganz wiſſenſchaftlich die Bahn des Geſtirns: deſſen 60° langer Schweif bald einfach, bald getheilt erſchien. Der erſte Comet, welcher nach europäiſchen Beobachtungen allein hat berechnet werden können, iſt der von 1456 (der Halley'ſche: in der Erſcheinung, welche man lange, aber mit Unrecht, für die

erſte, ſicher beſtimmte, gehalten hat). Arago im Annuaire pour l'an 1836 p. 204. Vergl. auch unten Anm. 26.

13 (S. 106.) Arago im Ann. pour 1832 p. 209—211. So wie bei hellem Sonnenſchein der Schweif des Cometen von 1402 geſehen wurde, ſind auch vom letzten großen Cometen von 1843 Kern und Schweif am 28 Februar in Nordamerika (laut J. G. Clarke zu Portland im Staate Maine) zwiſchen 1 und 3 Uhr Nachmittags ſichtbar geweſen. Man konnte Abſtände des ſehr dichten Kerns vom Sonnenrande mit vieler Genauigkeit meſſen. Kern und Schweif erſchienen wie ein ſehr reines, weißes Gewölk; nur zwiſchen dem Schweif und dem Kern war eine dunklere Stelle. Silliman's Amer. Journ. of Science and Arts Vol. XLV. 1843 p. 229 (Schum. aſtr. Nachr. 1843 No. 491 S. 175).

14 (S. 107.) Philos. Transact. for 1808 P. II. p. 155 und for 1812 P. I. p. 118. Die von Herſchel gefundenen Durchmeſſer der Kerne waren 538 und 428 engl. Meilen. Für die Dimenſion der Cometen von 1798 und 1805 ſ. Arago im Annuaire pour 1832 p. 203.

15 (S. 108.) Arago, des changemens physiques de la Comète de Halley du 15—23 Oct. 1835 im Annuaire pour 1836 p. 218—221. Die gewöhnlichere Richtung der Ausſtrömungen war auch zu Nero's Zeiten bemerkt worden: comae radios solis effugiunt; Seneca, Nat. Quaest. VII, 20.

16 (S. 109.) Beſſel in Schum. aſtr. Nachr. 1836 No. 300—302: S. 188, 192, 197, 200, 202 und 230; derſelbe in Schum. Jahrb. für 1837 S. 149—168. William Herſchel glaubt auch in ſeinen Beobachtungen des ſchönen Cometen von 1811 Beweiſe der Rotation des Kerns und Schweifes (Philos. Transact. for 1812 P. I. p. 140) gefunden zu haben, ebenfalls Dunlop im dritten Cometen von 1825 zu Paramatta.

17 (S. 109.) Beſſel in den aſtr. Nachr. 1836 No. 302 S. 231 (Schum. Jahrb. 1837 S. 175). Vergl. auch Lehmann über Cometenſchweife in Bode's aſtron. Jahrb. für 1826 S. 168.

18 (S. 110.) Ariſtot. Meteor. I. 8, 11—14 und 19—21 (ed. Ideler T. I. p. 32—34); Bieſe, Philoſ. des Ariſtoteles Bd. II. S. 86. Bei dem Einfluſſe, den Ariſtoteles auf das ganze Mittelalter ausgeübt hat, iſt es unendlich zu bedauern, daß er den großen und der Wahrheit mehr genäherten Anſichten vom

Weltbau, welche die älteren Pythagoreer hatten, ſo abhold war. Er erklärt die Cometen für vergängliche, unſerer Atmoſphäre zugehörige Meteore in demſelben Buche, in welchem er die Meinung der pythagoreiſchen Schule anführt (Ariſtot. I. 6, 2), nach der die Cometen Planeten von langem Umlauf ſind. Dieſe Lehre der Pythagoreer, welche nach dem Zeugniß des Apollonius Myndius noch viel älter bei den Chaldäern war, ging zu den, immer nur wiederholenden Römern über. Der Myndier beſchreibt die Bahn der Cometen als eine weit in die oberen Himmelsräume abführende. Daher Seneca (Nat. Quaest. VII, 17): Cometes non est species falsa, sed proprium sidus sicut solis et lunae: altiora mundi secat et tunc demum apparet quum in imum cursum sui venit; und (VII, 27): Cometas aeternos esse et sortis ejusdem, cujus caetera (sidera), etiamsi faciem illis non habent similem. Plinius (II, 25) ſpielt ebenfalls auf den Apollonius Myndius an, wenn er ſagt: Sunt qui et haec sidera perpetua esse credant suoque ambitu ire, sed non nisi relicta a sole cerni.

[19] (S. 110.) Olbers in den aſtr. Nachr. 1828 S. 157 und 184; Arago de la constitution physique des comètes im Annuaire pour 1832 p. 203—208. Schon den Alten war es auffallend, daß man durch die Cometen wie durch eine Flamme ſehen kann. Das älteſte Zeugniß von den durch Cometen geſehenen Sternen iſt das des Democritus (Ariſtot. Meteor. I. 6, 11). Dieſe Angabe führt Ariſtoteles zu der nicht unwichtigen Bemerkung, daß er ſelbſt die Bedeckung eines der Sterne der Zwillinge durch Jupiter beobachtete. Seneca erwähnt beſtimmt nur der Durchſichtigkeit des Schweifes. „Man ſieht", ſagt er, „Sterne durch den Cometen, wie durch ein Gewölk (Nat. Quaest. VII, 18); man ſieht aber nicht durch den Körper ſelbſt des Cometen, ſondern durch die Strahlen des Schweifes: non in ea parte qua sidus ipsum est spissi et solidi ignis, sed qua rarus splendor occurrit et in crines dispergitur. Per intervalla ignium, non per ipsos, vides" (VII, 26). Der letzte Zuſatz iſt überflüſſig, da man allerdings, wie ſchon Galilei im Saggiatore (Lettera a Monsignor Cesarini 1619) unterſuchte, durch eine Flamme ſieht, wenn ſie nicht eine zu große Dicke hat.

[20] (S. 110.) Beſſel in den aſtron. Nachr. 1836 No. 301 S. 204—206; Struve in den Actes de la Séance

publique de l'Acad. de St. Pétersb. 1835 p. 140—143 und aſtr. Nachr. 1836 No. 303 S. 238. „Für Dorpat ſtand der Stern in der Conjunction nur 2″,2 vom hellſten Punkt des Cometen ab. Der Stern blieb unausgeſetzt ſichtbar, und ward nicht merklich geſchwächt, während der Kern des Cometen vor dem Glanze des kleinen Sterns (9—10ter Größe) zu verlöſchen ſchien."

21 (S. 111.) Die erſten Verſuche Arago's, die Polariſation auf den Cometen anzuwenden, geſchahen am 3 Julius 1819, am Abend der plötzlichen Erſcheinung des großen Cometen. Ich war auf der Sternwarte zugegen, und habe mich, wie Mathieu und der jetzt verſtorbene Aſtronom Bouvard, von der Ungleichartigkeit der Lichtſtärke im Polariſcop, wenn daſſelbe Cometenlicht empfing, überzeugt. Bei der Capella, welche dem Cometen nahe und in gleicher Höhe ſtand, waren die Bilder von gleicher Intenſität. Als der Halley'ſche Comet erſchien, im Jahr 1835, wurde der Apparat ſo abgeändert, daß er nach der von Arago entdeckten chromatiſchen Polariſation zwei Bilder von Complementar-Farben (grün und roth) gab. Annales de Chimie T. XIII. p. 108, Annuaire pour 1832 p. 216. „On doit conclure", ſagt Arago, „de l'ensemble de ces observations que la lumière de la comète n'était pas en totalité composée de rayons doués des propriétés de la lumière directe, propre ou assimilée: il s'y trouvait de la lumière réfléchie spéculairement ou polarisée, c'est-à-dire venant du soleil. On ne peut assurer d'une manière absolue que les comètes brillent seulement d'un éclat d'emprunt. En effet, en devenant lumineux par eux-mêmes, les corps ne perdent pas pour cela la faculté de réfléchir des lumières étrangères."

22 (S. 112.) Arago im Ann. pour 1832 p. 217—220; Sir John Herſchel, Astron. § 488.

23 (S. 113.) Encke in den aſtr. Nachr. 1843 No. 489 S. 130—132.

24 (S. 114.) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 216 und 237.

25 (S. 114.) Littrow, beſchreibende Aſtr. 1835 S. 274. Ueber den neuerlichſt von Herrn Faye auf der Pariſer Sternwarte entdeckten inneren Cometen, deſſen Excentricität 0,551, periheliſche Diſtanz 1,690 und apheliſche Diſtanz 5,832 ſind, ſ. Schum.

aſtron. Nachr. 1844 No. 495. (Ueber die vermuthete Identität des Cometen von 1766 mit dem dritten Cometen von 1819 ſ. aſtr. Nachr. 1833 No. 239; über die Identität des Cometen von 1743 und des vierten Cometen von 1819 ſ. ebendaſ. No. 237.)

26 (S. 116.) Laugier in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc. T. XVI. 1843 p. 1006.

27 (S. 119.) Fries, Vorleſungen über die Sternkunde 1833 S. 262—267. Ein nicht glücklicher Beweis von der Exiſtenz heilbringender Cometen findet ſich in Seneca, Nat. Quaest. VII, 17 und 21; der Philoſoph ſpricht von dem Cometen, quem nos Neronis principatu laetissimo vidimus et qui cometis detraxit infamiam.

28 (S. 121.) Einer meiner Freunde, der an genaue trigonometriſche Meſſungen gewöhnt war, ſah in Popayan: einer Stadt, die in 2° 26′ nördlicher Breite und in 5520 Fuß Höhe über dem Meere liegt, in der Mittagsſtunde, bei hellem Sonnenſchein und wolkenloſem Himmel, im Jahr 1788, ſein ganzes Zimmer durch eine Feuerkugel erleuchtet. Er ſtand mit dem Rücken gegen das Fenſter; und als er ſich umdrehte, war noch ein großer Theil der von der Feuerkugel durchlaufenen Bahn vom hellſten Glanze. — Ich würde mich gern in dem Naturgemälde, ſtatt des widrigen Ausdruckes Sternſchnuppe, der ebenfalls ächt deutſchen Wörter Sternſchuß oder Sternfall (ſchwed. stjernfall, engl. star-shoot, ital. stella cadente) bedient haben, wenn ich es mir nicht in allen meinen Schriften zum Geſetz gemacht hätte, da, wo etwas Beſtimmtes und allgemein Bekanntes zu bezeichnen iſt, das Ungewöhnlichere zu vermeiden. Nach der rohen Volksphyſik ſchneuzen und putzen ſich die Himmelslichter. In der Waldgegend des Orinoco, an den einſamen Ufern des Caſſiquiare, vernahm ich aus dem Munde der Eingebornen in der Miſſion Vaſiva (Relation historique du Voy. aux Régions équinox. T. II. p. 513) noch unangenehmere Benennungen. Sternſchnuppen wurden von ihnen Harn der Sterne; und der Thau, welcher perlartig die ſchönen Blätter der Heliconien bedeckte, Speichel der Sterne genannt. Edeler und erfreulicher offenbart ſich die ſymboliſirende Einbildungskraft in dem litthauiſchen Mythus von dem Weſen und der Bedeutung der Sternſchnuppen. „Die Spinnerinn, werpeja, beginnt den Schickſalsfaden des neugeborenen Kindes am

Himmel zu ſpinnen, und jeder dieſer Fäden endet in einen Stern. Naht nun der Tod des Menſchen, ſo reißt ſein Faden, und der Stern fällt erbleichend zur Erde nieder.“ Jacob Grimm, Deutſche Mythologie 1843 S. 685.

[29] (S. 121.) Nach dem Berichte von Deniſon Olmſted, Prof. an Yale College zu New-Haven (Connecticut). S. Poggend. Annalen der Phyſik Bd. XXX. S. 194. Kepler: der „Feuerkugeln und Sternſchnuppen aus der Aſtronomie verbannt, weil es nach ihm Meteore ſind, die, aus den Ausdünſtungen der Erde entſtanden, ſich dem hohen Aether beimiſchen“; drückt ſich im ganzen ſehr vorſichtig über ſie aus. Stellae *cadentes*, ſagt er, sunt materia viscida inflammata. Earum aliquae inter cadendum absumuntur, aliquae verè in terram cadunt, pondere suo tractae. Nec est dissimile vero, quasdam conglobatas esse ex materia foeculentâ, in ipsam auram aethereamimmixta: exque aetheris regione, tractu rectilineo, per aërem trajicere, ceu minutos cometas, occultâ causa motus utrorumque. Kepler, Epit. Astron. Copernicanae T. I. p. 80.

[30] (S. 122.) Relation historique T. I. p. 80, 213 und 527. Wenn man in den Sternſchnuppen, wie in den Cometen, Kopf (Kern) und Schweif unterſcheidet, ſo erkennt man an dem längeren und ſtärkeren Glanze des Schweifes die größere Durchſichtigkeit der Atmoſphäre in der Tropenregion. Die Erſcheinung braucht darum dort nicht häufiger zu ſein, weil ſie uns leichter ſichtbar wird und ſichtbar bleibt. Die Einwirkung der Beſchaffenheit des Dunſtkreiſes zeigt ſich bei Sternſchnuppen bisweilen auch in unſerer gemäßigten Zone in ſehr kleinen Entfernungen. Wartmann berichtet, daß in einem November-Phänomen an zwei einander ganz nahe gelegenen Orten, zu Genf und aux Planchettes, der Unterſchied der gezählten Meteore wie 1 : 7 war (Wartmann, mém. sur les étoiles filantes p. 17). Der Schweif der Sternſchnuppen, über den Brandes ſo viele genaue und feine Beobachtungen angeſtellt hat, iſt keinesweges der Fortdauer des Lichtreizes auf der Netzhaut zuzuſchreiben. Seine Sichtbarkeit dauert bisweilen eine ganze Minute, in ſeltenen Fällen länger als das Licht des Kernes der Sternſchnuppe; die leuchtende Bahn ſteht dann meiſt unbeweglich (Gilb. Ann. Bd. XIV. S. 251). Auch dieſer Umſtand bezeugt die Analogie zwiſchen großen Sternſchnuppen

und Feuerkugeln. Der Admiral Kruſenſtern ſah auf ſeiner Reiſe um die Welt den Schweif einer längſt verſchwundenen Feuerkugel eine Stunde lang leuchten und ſich überaus wenig fortbewegen (Reiſe Th. I. S. 58). Sir Alexander Burnes giebt eine reizende Beſchreibung von der Durchſichtigkeit der trocknen, die Liebe zur Aſtronomie einſt ſo begünſtigenden Atmoſphäre von Bokhara, das 1200 Fuß über der Meeresfläche und in 39° 43′ Breite liegt: „There is a constant serenity in its atmosphere and a clearness in the sky. At night, the stars have uncommon lustre, and the *milky way* shines gloriously in the firmament. There is also a never-ceasing display of the most brilliant meteors, which dart like rockets in the sky: ten or twelve of them are sometimes seen in *an hour*, assuming every colour: fiery, red, blue, pale and faint. It is a noble country for astronomical science, and great must have been the advantage enjoyed by the famed observatory of Samarcand.“ Burnes, Travels into Bokhara Vol. II. (1834) p. 158. Man darf einem einzelnen Reiſenden nicht vorwerfen, daß er viel Sternſchnuppen ſchon 10—12 in der Stunde nennt; erſt durch ſorgfältige auf denſelben Gegenſtand gerichtete Beobachtungen iſt in Europa aufgefunden worden, daß man für den Geſichtskreis einer Perſon 8 Meteore als Mittelzahl der Stunde zu rechnen habe (Quetelet, Corresp. mathém. et phys. T. IX. 1837 p. 447), während ſelbſt der ſo fleißig beobachtende Olbers (Schum. Jahrb. für 1838 S. 325) dieſe Annahme auf 5—6 beſchränkte.

31 (S. 123.) Ueber Meteorſtaub ſ. Arago im Annuaire pour 1832 p. 254. Ich habe ganz neuerlich an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p. 408) zu zeigen geſucht, wie die ſcythiſche Sage vom heiligen Gold, das glühend vom Himmel fiel und der Beſitz der goldenen Horde der Paralaten blieb (Herod. IV, 5—7), wahrſcheinlich aus der dunkeln Erinnerung eines Aërolithenfalles entſtanden iſt. Die Alten fabelten auch (Dio Cassius LXXV, 1259) ſonderbar von Silber, das vom Himmel fiel und mit dem man bronzene Münzen zu überziehen verſuchte, unter dem Kaiſer Severus; doch wurde das metalliſche Eiſen in den Meteorſteinen (Plin. II, 56) erkannt. Der oft vorkommende Ausdruck lapidibus pluit darf übrigens nicht immer auf Aërolithenfälle gedeutet werden. In Liv. XXV, 7 bezieht er ſich

wohl auf Auswürflinge (Bimsſtein, rapilli) des nicht ganz erloſchenen Vulkans Mons Albanus, Monte Cavo; ſ. Heyne, Opuscula acad. T. III. p. 261 und meine Relat. hist. T. I. p. 394. In einen anderen Ideenkreis gehört der Kampf des Hercules gegen die Ligyer, auf dem Wege vom Caucaſus zu den Heſperiden; es iſt ein Verſuch, den Urſprung der runden Quarzgeſchiebe im ligyſchen Steinfelde an der Mündung des Rhodanus: welchen Ariſtoteles einem Spalten-Auswurf bei einem Erdbeben, Poſidonius einem wellenſchlagenden Binnenwaſſer zuſchreiben, mythiſch zu erklären. In den Aeſchyleiſchen Fragmenten des gelöſten Prometheus geht aber alles wie in einem Aërolithenfalle vor: Jupiter zieht ein Gewölk zuſammen und läßt „mit runder Steine Regenguß das Land umher bedecken". Schon Poſidonius hat ſich erlaubt die geognoſtiſche Mythe von Geſchieben und Blöcken zu beſpötteln. Das ligyſche Steinfeld iſt übrigens bei den Alten naturgetreu beſchrieben. Die Gegend heißt jetzt la Crau. S. Guérin, Mesures barométriques dans les Alpes et Météorologie d'Avignon 1829 chap. XII p. 115.

[32] (S. 123.) Das ſpecifiſche Gewicht der Aërolithen ſchwankt zwiſchen 1,9 (Alais) und 4,3 (Tabor). Die gewöhnlichere Dichte iſt 3: das Waſſer zu 1 geſetzt. Was die in dem Texte angegebenen wirklichen Durchmeſſer der Feuerkugeln betrifft, ſo beziehen ſich die Zahlen auf die wenigen einigermaßen ſicheren Meſſungen, welche man ſammeln kann. Dieſe Meſſungen geben für die Feuerkugel von Weſton (Connecticut 14 Dec. 1807) nur 500, für die von le Roi beobachtete (10 Juli 1771) etwa 1000, für die von Sir Charles Blagden geſchätzte (18 Jan. 1783) an 2600 Fuß im Durchmeſſer. Brandes (Unterhaltungen Bd. I. S. 42) giebt den Sternſchnuppen 80—120 Fuß, mit leuchtenden Schweifen von 3—4 Meilen Länge. Es fehlt aber nicht an optiſchen Gründen, welche es wahrſcheinlich machen, daß die ſcheinbaren Durchmeſſer der Feuerkugeln und Sternſchnuppen ſehr überſchätzt worden ſind. Mit dem Volum der Ceres (ſollte man auch dieſem Planeten nur „70 engliſche Meilen Durchmeſſer" geben wollen) iſt das Volum der Feuerkugeln wohl nicht zu vergleichen. S. die, ſonſt immer ſo genaue und vortreffliche Schrift: on the Connexion of the Physical Sciences 1835 p. 411. — Ich gebe hier zur Erläuterung deſſen, was S. 124 über den großen, noch nicht wieder aufgefun-

denen Aërolithen im Flußbette bei Narni geſagt iſt, die von Pertz bekannt gemachte Stelle aus dem Chronicon Benedicti, monachi Sancti Andreae in Monte Soracte: einem Documente, das in das zehnte Jahrhundert gehört und in der Bibliothek Chigi zu Rom aufbewahrt wird. Die barbariſche Schreibart der Zeit bleibt unverändert. „Anno — 921 — temporibus domini Johannis Decimi pape, in anno pontificatus illius 7. visa sunt signa. Nam iuxta urbem Romam lapides plurimi de coelo cadere visi sunt. In civitate quae vocatur Narnia tam diri ac tetri, ut nihil aliud credatur, quam de infernalibus locis deducti essent. Nam ita ex illis lapidibus unus omnium maximus est, ut decidens in flumen Narnus, ad mensuram unius cubiti super aquas fluminis usque hodie videretur. Nam et ignitae faculae de coelo plurimae omnibus in hac civitate Romani populi visae sunt, ita ut pene terra contingeret. Aliae cadentes etc.“ (Pertz, Monum. Germ. hist. Scriptores T. III. p. 715.) Ueber den Aërolithen bei Aegos Potamoi, deſſen Fall die Pariſche Chronik in Ol. 78,1 ſetzt (Böckh, corp. Inscr. graec. T. II. p. 302, 320 und 340), vergl. Ariſtot. Meteor. I, 7 (Ideler, Comm. T. I. p. 404—407); Stob. Ecl. phys. I, 25 p. 508, Heeren; Plut. Lys. c. 12; Diog. Laert. II, 10. (S. auch unten die Noten 39, 57, 58 und 59.) Nach einer mongoliſchen Volksſage ſoll nahe an den Quellen des gelben Fluſſes im weſtlichen China in einer Ebene ein 40 Fuß hohes ſchwarzes Felsſtück vom Himmel gefallen ſein; Abel-Rémuſat in Ducrotay de Blainville, Journ. de Phys. T. 88. 1819 p. 363.

33 (S. 125.) Biot, traité d'Astronomie physique (3me éd.) 1841 T. I. p. 149, 177, 238 und 312. Mein verewigter Freund Poiſſon ſuchte die Schwierigkeit einer Annahme der Selbſtentzündung der Meteorſteine in einer Höhe, wo die Dichtigkeit der Atmoſphäre faſt null iſt, auf eine eigene Weiſe zu löſen. „À une distance de la terre où la densité de l'atmosphère est tout-à-fait insensible, il serait difficile d'attribuer, comme on le fait, l'incandescence des aërolithes à un frottement contre les molécules de l'air. Ne pourrait-on pas supposer que le fluide électrique à l'état neutre forme une sorte d'atmosphère, qui s'étend beaucoup au-delà de la masse d'air; qui est soumise à l'attraction de la terre, quoique physiquement impondérable; et qui suit, en conséquence, notre globe dans ses mouvements? Dans cette

hypothèse, les corps dont il s'agit, en entrant dans cette atmosphère impondérable, décomposeraient le fluide neutre, par leur action inégale sur les deux électricités, et ce serait en s'électrisant qu'ils s'échaufferaient et deviendraient incandescents.“ (Poiſſon, rech. sur la Probabilité des jugements 1837 p. VI.)

[34] (S. 125.) Philos. Transact. Vol. XXIX. p. 161-163.

[35] (S. 125.) Die erſte Ausgabe von Chladni's wichtiger Schrift: über den Urſprung der von Pallas gefundenen und anderen Eiſenmaſſen erſchien zwei Monate vor dem Steinregen in Siena und zwei Jahre früher als Lichtenberg's Behauptung im Göttinger Taſchenbuche: „daß Steine aus dem allgemeinen Weltraume in unſere Atmoſphäre gelangen“. Vergl. auch Olbers Brief an Benzenberg vom 18 Nov. 1837 in des Letzteren Schrift von den Sternſchnuppen S. 186.

[36] (S. 126.) Encke in Poggend. Annalen Bd. XXXIII. 1834 S. 213, Arago im Ann. pour 1836 p. 291; zwei Briefe von mir an Benzenberg vom 19 Mai und 22 Oct. 1837 über das muthmaßliche Fortrücken der Knoten in der Bahn periodiſcher Sternſchnuppenſtröme (Benzenberg, Sternſchn. S. 207 und 209). Auch Olbers hat ſich ſpäter dieſer Meinung von der allmäligen Verſpätung des November-Phänomens angeſchloſſen (aſtron. Nachr. 1838 No. 372 S. 180). Wenn ich zwei von den Arabern aufgezeichnete Sternſchnuppenfälle mit der von Boguslawski aufgefundenen Epoche des vierzehnten Jahrhunderts verbinden darf, ſo ergeben ſich mir folgende, mehr oder minder übereinſtimmende Elemente der Knotenbewegung:

Im October 902, in der Todesnacht des Königs Ibrahim ben Ahmed, ein großer Sternſchnuppenfall, „einem feurigen Regen gleich“. Das Jahr ward deshalb das Jahr der Sterne genannt. (Conde, hist. de la domin. de los Arabes p. 346.)

Am 19 Oct. 1202 ſchwankten die Sterne die ganze Nacht hindurch. „Sie fielen wie Heuſchrecken“. (Comptes rendus T. IV. 1837 p. 294 und Frähn im Bull. de l'Acad. de St.-Pétersbourg T. III. p. 308.)

Am 21 Oct. a. St. 1366, *die sequente* post festum XI millia Virginum, ab hora matutina usque ad horam primam visae sunt quasi stellae de caelo cadere continuo, et in tanta *multi-*

tudine, quod nemo narrare *sufficit*. Dieſe merkwürdige Notiz, von der noch weiter unten im Texte die Rede ſein wird, hat Herr von Boguslawski der Sohn in Beneſſe's (de Horowic) de Weitmil oder Weithmül Chronicon Ecclesiae Pragensis p. 389 aufgefunden. Die Chronik ſteht auch im zweiten Theile der Scriptores rerum Bohemicarum von Pelzel und Dobrowsky 1784 (Schum. aſtr. Nachr. Dec. 1839).

Nacht vom 9—10 Nov. 1787: viele Sternſchnuppen von Hemmer im ſüdlichen Deutſchlande, beſonders in Manheim, beobachtet (Kämtz, Meteorol. Bd. III. S. 237).

Nach Mitternacht am 12 Nov. 1799 der ungeheure Sternſchnuppenfall in Cumana, den Bonpland und ich beſchrieben haben und der in einem großen Theil der Erde beobachtet worden iſt (Relat. hist. T. I. p. 519—527).

Vom 12—13 Nov. 1822 wurden Sternſchnuppen mit Feuerkugeln gemengt in großer Zahl von Klöden in Potsdam geſehen (Gilbert's Ann. Bd. LXXII. S. 219).

13 Nov. 1831 um 4 Uhr Morgens ein großer Sternſchnuppenfall geſehen vom Cap. Bérard an der ſpaniſchen Küſte bei Cartagena del Levante (Annuaire pour 1836 p. 297).

In der Nacht vom 12—13 Nov. 1833 das denkwürdige von Deniſon Olmſted in Nordamerika ſo vortrefflich beſchriebene Phänomen.

In der Nacht vom 13—14 Nov. 1834 derſelbe Schwarm, aber von etwas geringerer Stärke, in Nordamerika (Poggend. Ann. Bd. XXXIV. S. 129).

Am 13 Nov. 1835 wurde von einer ſporadiſch gefallenen Feuerkugel bei Belley, im Depart. de l'Ain, eine Scheune entzündet (Annuaire pour 1836 p. 296).

Im Jahr 1838 zeigte der Strom ſich auf das beſtimmteſte in der Nacht vom 13 zum 14 Nov. (aſtron. Nachr. 1838 No. 372).

37 (S. 127.) Es iſt mir nicht unbekannt, daß von den 62 in Schleſien im Jahr 1823 auf Veranlaſſung des Prof. Brandes gleichzeitig beobachteten Sternſchnuppen einige eine Höhe von $45^7/_{10}$, von 60, ja von 100 Meilen zu erreichen ſchienen (Brandes, Unterhaltungen für Freunde der Aſtronomie und Phyſik Heft I. S. 48); aber Olbers hält wegen Kleinheit der Parallaxen alle Beſtimmungen über 30 Meilen Höhe für zweifelhaft.

38 (S. 127.) Die planetariſche Translations-Geſchwindigkeit, das Fortrücken in der Bahn, iſt bei Merkur 6,6; bei Venus 4,8; bei der Erde 4,1 Meilen in der Secunde.

39 (S. 128.) Chladni hat aufgefunden, daß ein italiäniſcher Phyſiker, Paolo Maria Terzago, 1660, bei Gelegenheit eines Aërolithenfalles zu Mailand, in dem ein Franciſcaner-Mönch getödtet wurde, zuerſt von der Möglichkeit geſprochen habe, daß die Aërolithen Mondſteine ſein könnten. Labant philosophorum mentes, ſagt er in ſeiner Schrift (Musaeum Septalianum, Manfredi Septalae, Patricii Mediolanensis, industrioso labore constructum, Tortona 1664 p. 44), sub horum lapidum ponderibus; ni dicere velimus, lunam terram alteram, sive mundum esse, ex cujus montibus divisa frusta in inferiorem nostrum hunc orbem delabantur. Ohne von dieſer Vermuthung etwas zu wiſſen, wurde Olbers im Jahr 1795 nach dem berühmten Steinfall von Siena (16 Jun. 1794) auf die Unterſuchung geleitet, wie groß die anfängliche Wurfkraft ſein müſſe, wenn vom Monde ausgeworfene Maſſen bis zur Erde gelangen ſollten. Ein ſolches balliſtiſches Problem beſchäftigte zehn bis zwölf Jahre lang die Geometer Laplace, Biot, Brandes und Poiſſon. Die damals noch ſehr verbreitete, jetzt aufgegebene Meinung von thätigen Vulkanen im luft- und waſſerleeren Monde begünſtigte im Publikum die Verwechſelung von dem, was mathematiſch möglich und phyſikaliſch wahrſcheinlich, d. h. anderen Hypotheſen vorzuziehen ſei. Olbers, Brandes und Chladni glaubten „in der relativen Geſchwindigkeit von 4 bis 8 Meilen, mit welcher Feuerkugeln und Sternſchnuppen in unſere Atmoſphäre kommen“, die Widerlegung ihres ſelenitiſchen Urſprungs zu finden. Um die Erde zu erreichen, würde nach Olbers, ohne den Widerſtand der Luft in Anſchlag zu bringen, eine anfängliche Geſchwindigkeit von 7780 Fuß in der Secunde (nach Laplace 7377 F., nach Biot 7771 F., nach Poiſſon 7123 F.) hinlänglich ſein. Laplace nennt dieſe Anfangs-Geſchwindigkeit nur 5- bis 6mal größer als diejenige, welche die Kraft unſerer Geſchütze hervorbringt; aber Olbers hat gezeigt, „daß bei einer ſolchen anfänglichen Geſchwindigkeit von 7500 bis 8000 Fuß in der Secunde die Meteorſteine nur mit der Geſchwindigkeit von 35000 Fuß (1,53 geogr. Meilen) an die Oberfläche unſerer Erde gelangen würden. Da nun die gemeſſene Geſchwin-

digkeit der Meteorſteine im Mittel von 5 geographiſchen Meilen, über 114000 Fuß, in der Secunde iſt, ſo müßte die urſprüngliche Wurfgeſchwindigkeit im Monde von faſt 110000 Fuß, alſo 14mal größer ſein, als ſie Laplace annimmt.“ (Olbers in Schum. Jahrb. für 1837 S. 52—58 und in Gehler's neuem phyſik. Wörterbuche Bd. VI. Abth. 3. S. 2129—2136.) Der Mangel des Widerſtandes der Luft würde allerdings, wenn vulkaniſche Kräfte noch jetzt als thätig angenommen werden dürften, der Wurfkraft von Mondvulkanen einen Vorzug vor der Wurfkraft der Erdvulkane geben; aber auch über das Maaß der Kräfte der letzteren fehlt es an allen ſicheren Beobachtungen. Es iſt ſogar wahrſcheinlich, daß dies Maaß ſehr überſchätzt wird. Ein ſehr genauer und meſſender Beobachter der Aetna-Phänomene, Dr. Peters, hat die größte Geſchwindigkeit der aus dem Krater ausgeworfenen Steine nur 1250 Fuß in der Secunde gefunden. Beobachtungen am Pic von Teneriffa 1798 gaben 3000 Fuß. Wenn Laplace auch am Ende ſeines Werkes (expos. du Syst. du Monde, éd. de 1824 p. 399) von den Aërolithen ſehr vorſichtig ſagt: „que selon toutes les vraisemblances elles viennent des profondeurs de l'espace céleste“; ſo ſieht man doch an einer andern Stelle (chap. VI p. 233), daß er, wahrſcheinlich mit der ungeheuren planetariſchen Geſchwindigkeit der Meteorſteine unbekannt, ſich zu der ſelenitiſchen Hypotheſe mit einiger Vorliebe hinneigte: aber immer vorausſetzte, daß die vom Monde ausgeworfenen Steine „deviennent des satellites de la terre, décrivant autour d'elle une orbite plus ou moins allongée, de sorte qu'ils n'atteignent l'atmosphère de la terre qu'après plusieurs et même un très-grand nombre de révolutions.“ So wie ein Italiäner in Tortona den Einfall hatte, die Aërolithen kämen aus dem Monde; ſo hatten griechiſche Phyſiker auch den Einfall gehabt, ſie kämen aus der Sonne. Einer ſolchen Meinung erwähnt Diogenes Laertius II, 9 von dem Urſprunge der bei Aegos Potamoi niedergefallenen Maſſe (ſ. oben Note 32). Der alles regiſtrirende Plinius (II, 58) wiederholt die Meinung: und beſpöttelt ſie um ſo lieber, weil er, mit Früheren (Diog. Laert. II, 3 und 5 p. 99, Hübner), den Anaxagoras beſchuldigt, den Aërolithenfall aus der Sonne vorhergeſagt zu haben: „celebrant Graeci Anaxagoram Clazomenium Olympiadis septuagesimae octavae secundo

anno praedixisse caelestium litterarum scientia, quibus diebus saxum casurum esse e sole, idque factum interdiu in Thraciae parte ad Aegos flumen. — Quod si quis praedictum credat, simul fateatur necesse est, majoris miraculi divinitatem Anaxagorae fuisse, solvique rerum naturae intellectum, et confundi omnia, si aut ipse Sol lapis esse aut unquam lapidem in eo fuisse credatur; decidere tamen crebro non erit dubium." Auch den Fall des Steines von mäßiger Größe, der im Gymnaſium zu Abydus aufbewahrt wird, ſoll Anaxagoras prophezeit haben. Aërolithenfälle bei hellem Sonnenſchein und wenn die Mondſcheibe nicht ſichtbar war, haben wahrſcheinlich auf die Idee der Sonnenſteine geführt. Auch war, nach einem der phyſiſchen Dogmen des Anaxagoras, die ihn (wie zu unſerer Zeit die Geologen) theologiſchen Verfolgungen ausſetzten, die Sonne „eine geſchmolzene feurige Maſſe" (μύδρος διάπυρος). Im Phaëthon des Euripides wurde nach denſelben Anſichten des Klazomeniers die Sonne ebenfalls eine „goldene Scholle" genannt: d. h. eine feuerfarbene, hellleuchtende Materie; woraus man aber nicht auf Aërolithen als goldene Sonnenſteine (ſ. oben Note 31) ſchließen muß. Vergl. Valckenaer, diatribe in Eurip. perd. dram. reliquias 1767 p. 30; Diog. Laert. II, 10. — Wir finden demnach bei den griechiſchen Phyſikern vier Hypotheſen: einen telluriſchen Urſprung der Sternſchnuppen von aufſteigenden Dünſten; Steinmaſſen von Orkanen gehoben, bei Ariſtoteles (Meteor. lib. I cap. IV, 2—13 und cap. VII, 9); Urſprung aus der Sonne, Urſprung aus den Himmelsräumen als lange unſichtbar gebliebener Himmelskörper. Ueber dieſe letzte, mit der unſrigen ganz übereinſtimmende Meinung des Diogenes von Apollonia ſ. den Text S. 139 und die Note 58. Merkwürdig iſt es, daß man noch in Syrien: wie mich ein gelehrter Orientaliſt, mein perſiſcher Lehrer, Herr Andrea de Nerciat (jetzt in Smyrna), verſichert hat, nach einem alten Volksglauben, in ſehr hellen Mondnächten Steinfälle aus der Luft beſorgt. Die Alten waren dagegen ſehr aufmerkſam auf den Fall der Meteormaſſen bei Mondfinſterniſſen; ſ. Plin. XXXVII, 10 p. 164, Solinus cap. 37, Salmas. Exerc. p. 531, und die von Ukert geſammelten Stellen in der Geogr. der Griechen und Römer Th. II. Abth. 1. S. 131 Note 14. Ueber die Unwahrſcheinlichkeit, daß die Meteormaſſen aus metallauflöſenden Gas-Arten entſtehen,

die nach Fuſinieri in den höchſten Schichten unſerer Atmoſphäre gelagert ſein ſollen und, vorher in ungeheure Räume zerſtreut, plötzlich zuſammengerinnen; wie über Penetration und Miſchbarkeit der Gas-Arten ſ. meine Relat. hist. T. I. p. 525.

40 (S. 128.) Beſſel in Schum. aſtr. Nachr. 1839 No. 380 und 381, S. 222 und 346. Am Schluſſe der Abhandlung findet ſich eine Zuſammenſtellung der Sonnenlängen mit den Epochen des November-Phänomenes ſeit der erſten Beobachtung in Cumana von 1799.

41 (S. 129.) Dr. Thomas Forſter (the pocket Encyclop. of Natural Phaenomena 1827 p. 17) berichtet, daß zu Cambridge im Chriſt Church College ein Manuſcript unter dem Titel Ephemerides rerum naturalium aufbewahrt wird, das man einem Mönche im vorigen Jahrhundert zuſchreibt. In dieſem Manuſcript ſind bei jedem Tage Naturerſcheinungen angedeutet: das erſte Blühen der Pflanzen, die Ankunft der Vögel u. ſ. f. Der 10 Auguſt iſt durch das Wort meteorodes bezeichnet. Dieſe Bezeichnung und die Tradition der feurigen Thränen des heil. Laurentius hatten Herrn Forſter beſonders veranlaßt das Auguſt-Phänomen eifrigſt zu verfolgen. (Quetelet, Corresp. mathém. Série III. T. I. 1837 p. 433.)

42 (S. 129.) Humb. Rel. hist. T. I. p. 519—527; Ellicot in den transact. of the Amer. Philos. Soc. 1804 Vol. VI. p. 29. Arago ſagt vom November-Phänomen: „Ainsi se confirme de plus en plus à nous l'existence d'une zone composée de millions de petits corps dont les orbites rencontrent le plan de l'écliptique vers le point que la terre va occuper tous les ans, du 11 au 13 novembre. C'est un nouveau monde planétaire qui commence à se révéler à nous.“ (Annuaire pour l'an 1836 p. 296.)

43 (S. 130.) Vergl. Muſchenbroek, Introd. ad Phil. Nat. 1762 T. II. p. 1061; Howard, Climate of London Vol. II. p. 23: Beobachtungen vom Jahr 1806, alſo 7 Jahre nach den früheſten Beobachtungen von Brandes (Benzenberg über Sternſchnuppen S. 240—244); Auguſt-Beobachtungen von Thomas Forſter ſ. in Quetelet a. a. O. p. 438—453; von Adolph Erman, Boguslawski und Kreil in Schum.

Jahrb. für 1838 S. 317—330. Ueber den Anfangspunkt im Perſeus am 10 Aug. 1839 ſ. die genauen Meſſungen von Beſſel und Erman (Schum. aſtr. Nachr. No. 385 und 428); aber am 10 Aug. 1837 ſcheint die Bahn nicht rückläufig geweſen zu ſein: ſ. Arago in den Comptes rendus T. V. 1837 p. 183.

44 (S. 130.) Am 25 April 1095 „ſahen unzählbare Augen in Frankreich die Sterne ſo dicht wie Hagel vom Himmel fallen" (ut grando, nisi lucerent, pro densitate putaretur; Baldr. p. 88); und dieſes Ereigniß wurde ſchon vor dem Concilium von Clermont als eine Vorbedeutung der großen Bewegung in der Chriſtenheit betrachtet (Wilken, Geſch. der Kreuzzüge Bd. I. S. 75). Am 22 April 1800 ward ein großer Sternſchnuppenfall in Virginien und Maſſachuſetts geſehen; es war „ein Raketenfeuer, das zwei Stunden dauerte". Arago hat zuerſt auf dieſe traînée d'astéroïdes als eine wiederkehrende aufmerkſam gemacht (Annuaire pour 1836 p. 297). Merkwürdig ſind auch die Aërolithenfälle im Anfang des Monats December. Für ihre periodiſche Wiederkehr als Meteorſtrom ſprechen die alte Beobachtung von Brandes in der Nacht vom 6—7 December 1798 (wo er 2000 Sternſchnuppen zählte) und vielleicht der ungeheure Aërolithenfall vom 11 December 1836 in Braſilien am Rio Aſſu bei dem Dorfe Macao (Brandes, Unterhalt. für Freunde der Phyſik 1825 Heft 1. S. 65, und Comptes rendus T. V. p. 211). Capocci hat von 1809 bis 1839 zwölf wirkliche Aërolithenfälle zwiſchen dem 27—29 Nov.; andere am 13 Nov., 10 Auguſt und 17 Juli aufgefunden (Comptes rendus T. XI. p. 357). Es iſt auffallend, daß in dem Theil der Erdbahn, welcher den Monaten Januar und Februar, vielleicht auch März entſpricht, bisher keine periodiſchen Sternſchnuppen- oder Aërolithenſtrömungen bemerkt worden ſind; doch habe ich in der Südſee den 15 März 1803 auffallend viel Sternſchnuppen beobachtet, wie auch ein Schwarm derſelben in der Stadt Quito kurz vor dem ungeheuren Erdbeben von Riobamba (4 Februar 1797) geſehen ward. Beſondere Aufmerkſamkeit verdienen demnach bisher die Epochen:

22—25 April,
17 Julius (17—26 Jul.?) (Quet. Corr. 1837 p. 435),
10 Auguſt,
12—14 November,

27—29 November,
6—12 December.
Die Frequenz dieſer Strömungen darf, ſo groß auch die Verſchiedenheit iſt zwiſchen iſolirten Cometen und mit Aſteroiden gefüllten Ringen, nicht in Erſtaunen ſetzen, wenn man der Raumerfüllung des Univerſums durch Myriaden von Cometen gedenkt.

45 (S. 131.) Ferd. von Wrangel, Reiſe längs der Nordküſte von Sibirien in den Jahren 1820—1824 Th. II. S. 259. — Ueber die 34jährige Wiederkehr des dichteren Schwarms der November-Strömung ſ. Olbers im Jahrb. für 1837 S. 280. — Man hat mir in Cumana geſagt, daß kurz vor dem furchtbaren Erdbeben von 1766, alſo wieder 33 Jahre vor dem Sternſchnuppenfall vom 11—12 Nov. 1799, ein eben ſolches Feuerwerk am Himmel geſehen worden ſei. Aber das Erdbeben war nicht im Anfang des November, ſondern bereits am 21 October 1766. Möchten doch auch Reiſende in Quito den Tag ergründen können, an welchem dort der Vulkan von Cayambe eine Stunde lang wie in Sternſchnuppen eingehüllt erſchien, ſo daß man den Himmel durch Proceſſionen beſänftigen wollte! (Relat. hist. T. I. chap. IV p. 307, chap. X p. 520 und 527.)

46 (S. 132.) Aus einem Briefe an mich vom 24 Jan. 1838. Der ungeheure Sternſchnuppenſchwarm vom November 1799 wurde faſt nur in Amerika, von Neu-Herrnhut in Grönland bis zum Aequator, geſehen. Der Schwarm von 1831 und 1832 war nur in Europa, der von 1833 und 1834 nur in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ſichtbar.

47 (S. 133.) Lettre de Mr. Édouard Biot à Mr. Quetelet sur les anciennes apparitions d'étoiles filantes en Chine im Bulletin de l'Acad. de Bruxelles T. X. 1843 Partie 2. p. 8. Ueber die Notiz aus dem Chronicon Ecclesiae Pragensis ſ. Boguslawski den Sohn in Poggend. Annalen Bd. XLVIII. S. 612. Zu Note 12 iſt hinzuzufügen, daß die Bahnen von 4 Cometen (568, 574, 1337 und 1385) ebenfalls nach alleinigen chineſiſchen Beobachtungen berechnet worden ſind. S. John Ruſſell Hind in Schum. aſtr. Nachr. 1844 No. 498.

48 (S. 133.) „Il paraît qu'un nombre, qui semble inépuisable, de corps trop petits pour être observés, se meuvent dans

le ciel, soit autour du soleil, soit autour des planètes, soit peut-être même autour des satellites. On suppose que quand ces corps sont rencontrés par notre atmosphère, la différence entre leur vitesse et celle de notre planète est assez grande pour que le frottement qu'ils éprouvent contre l'air, les échauffe au point de les rendre incandescents, et quelquefois de les faire éclater. — Si le groupe des étoiles filantes forme un anneau continu autour du soleil, sa vitesse de circulation pourra être très-différente de celle de la terre; et ses déplacements dans le ciel, par suite des actions planétaires, pourront encore rendre possible ou impossible, à différentes époques, le phénomène de la rencontre dans le plan de l'écliptique." Poiſſon, recherches sur la Probabilité des jugements p. 306—307.

49 (S. 134.) Humboldt, Essai politique sur la Nouv. Espagne (2. édit.) T. III. p. 310.

50 (S. 134.) Schon Plinius (II, 56 und 58) war auf die Farbe der Rinde aufmerkſam: colore adusto; auch das lateribus pluisse deutet auf das gebrannte äußere Anſehen der Aërolithen.

51 (S. 134.) Humb. Rel. hist. T. II. chap. XX p. 299—302.

52 (S. 136.) Guſtav Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. II. S. 202.

53 (S. 136.) Derſelbe in Poggend. Ann. Bd. IV. 1825 S. 173—192; Rammelsberg, 1tes Suppl. zum chem. Handwörterbuche der Mineralogie 1843 S. 102. „Es iſt", ſagt der ſcharfſinnige Olbers, „eine denkwürdige und noch unbeachtete Thatſache, daß man nie foſſile Meteorſteine, wie foſſile Muſcheln, in Secundär- und Tertiär-Formationen gefunden hat. Sollte man daraus ſchließen können, daß vor der jetzigen letzten Ausbildung der Oberfläche unſerer Erde noch keine Meteorſteine auf dieſelbe herabgefallen ſind, da gegenwärtig nach Schreibers wahrſcheinlich in jedem Jahre an 700 Aërolithenfälle ſtatt finden?" (Olbers in Schum. Jahrb. für 1838 S. 329.) Problematiſche nickelhaltige Maſſen von gediegenem Eiſen ſind in Nord-Aſien (Goldſeifenwerk von Petropawlowſk, 20 Meilen in SO von Kusnezk) in 31 Fuß Tiefe, und neuerlichſt in den weſtlichen Karpathen (Gebirge Magura bei Szlanicz) gefunden worden. Beide ſind den Meteorſteinen ſehr ähnlich. Vergl. Erman, Archiv für wiſſenſchaftliche Kunde von Rußland Bd. I.

S. 315 und Haidinger's Bericht über die Szlaniczer Schürfe in Ungarn.

54 (S. 136.) Berzelius, Jahresber. XV. S. 217 und 231; Rammelsberg, Handwörterb. Abth. II. S. 25—28.

55 (S. 137.) „Sir Isaac said, he took all the planets to be composed of the same matter with this earth, viz. earth, water and stones, but variously concocted.“ Turnor, Collections for the hist. of Grantham, cont. authentic Memoirs of Sir Isaac Newton p. 172.

56 (S. 138.) Adolph Erman in Poggend. Ann. Bd. XLVIII. 1839 S. 582—601. Früher hatte Biot ſchon Zweifel gegen die Wahrſcheinlichkeit erregt (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. II. 1836 p. 670), daß der November-Strom Anfangs Mai wieder erſcheinen müſſe. Mädler hat die mittlere Temperatur-Erniedrigung in den verrufenen drei Maitagen durch 86jährige Berliner Beobachtungen geprüft (Verhandl. des Vereins zur Beförd. des Gartenbaues 1834 S. 377), und in den Temperaturen vom 11—13 Mai einen Rückſchritt von 1°,22: gerade zu einer Zeit gefunden, in welche faſt die ſchnellſte Vermehrung der Wärme fällt. Es wäre zu wünſchen, daß das Phänomen dieſer Temperatur-Erniedrigung, das man geneigt geweſen iſt dem Schmelzen der Eismaſſen im Nordoſten von Europa zuzuſchreiben, an ſehr entlegenen Punkten in Amerika oder in der ſüdlichen Hemiſphäre ermittelt würde. Vergl. Bulletin de l'Acad. Imp. de St.-Pétersbourg T. I. 1843 No. 4.

57 (S. 138.) Plut. Vitae par. in Lysandro cap. 22. Die Erzählung des Damachos (Daïmachos), nach welcher 70 Tage lang ununterbrochen eine feurige Wolke am Himmel geſehen wurde, die Funken wie Sternſchnuppen ſprühte und endlich, ſich ſenkend, den Stein von Aegos Potamoi, „welcher nur ein unbedeutender Theil der Wolke war“, niederfallen ließ: iſt ſehr unwahrſcheinlich, weil die Richtung und Geſchwindigkeit der Feuerkugel ſo viele Tage lang der Erde hätte gleich bleiben müſſen, was bei der von Halley (Philos. Transact. Vol. XXIX. p. 163) beſchriebenen Feuerkugel vom 19 Juli 1686 doch nur Minuten dauerte. Ob übrigens Daïmachos, der Schriftſteller περὶ εὐσεβείας, Eine Perſon mit dem Daïmachos aus Platäa ſei, der von Seleucus nach Indien an den Sohn des Androkottos geſchickt wurde und den Strabo (p. 70, Caſaub.) „einen Lügenredner“ ſchimpft: bleibt ziemlich ungewiß. Man könnte es

nach einer andern Stelle des Plut. (compar. Solonis c. Pop. cap. 4) faſt glauben; auf jeden Fall haben wir hier nur die Erzählung eines ſehr ſpäten Schriftſtellers, der $1^1/_2$ Jahrhunderte nach dem berühmten Aërolithenfall in Thracien ſchrieb und deſſen Wahrhaftigkeit Plutarch ebenfalls bezweifelt (vergl. oben Note 32).

[58] (S. 139.) Stob. ed. Heeren I, 25 p. 508; Plut. de plac. Philos. II, 13.

[59] (S. 139.) Die merkwürdige Stelle bei Plut. de plac. Philos. II, 13 heißt alſo: „Anaxagoras lehrt, daß der umgebende Aether feurig ſei der Subſtanz nach; und durch die Stärke des Umſchwunges reiße er Felsſtücke von der Erde ab, entzünde dieſelben und habe ſie zu Sternen gemacht." Einem ſolchen Umſchwunge (Centrifugalkraft) ſoll der Klazomenier, eine alte Fabel zu einem phyſiſchen Dogma benutzend, auch das Herabfallen des Nemäiſchen Löwen aus dem Monde in den Peloponnes zugeſchrieben haben (Aelian. XII, 7; Plut. de facie in orbe Lunae cap. 24; Schol. ex cod. Paris. in Apoll. Argon. lib. I p. 498 ed. Schäf. T. II. p. 40; Meineke, Annal. Alex. 1843 p. 85). Wir haben demnach hier ſtatt der Mondſteine ein Mondthier! Nach Böckh's ſcharfſinniger Bemerkung hat der alte Mythus des Nemäiſchen Mondlöwen einen aſtronomiſchen Urſprung und hängt ſymboliſch in der Chronologie mit den Schaltcyclen des Mondjahres, dem Mondcultus zu Nemea und den dortigen Feſtſpielen zuſammen.

[60] (S. 141.) Folgende denkwürdige Stelle: eine der vielen Kepler'ſchen Inſpirationen über Wärmeſtrahlung der Fixſterne, leiſes Verbrennen und Lebensproceſſe, findet ſich in den Paralipom. in Vitell. Astron. pars optica 1604 Propos. XXXII p. 25: „Lucis proprium est calor, sydera omnia calefaciunt. De syderum luce claritatis ratio testatur, calorem universorum in minori esse proportione ad calorem unius solis, quam ut ab homine, cujus est certa caloris mensura, uterque simul percipi et judicari possit. De cincindularum lucula tenuissima negare non potes, quin cum calore sit. Vivunt enim et moventur, hoc autem non sine calefactione perficitur. Sed neque putrescentium lignorum lux suo calore destituitur; nam ipsa putredo quidam lentus ignis est. Inest et stirpibus suus calor." (Vergl. Kepler, Epit. Astron. Copernicanae 1618 T. I. lib. 1 p. 35.)

61 (S. 144.) „There is another thing, which I recommend to the observation of mathematical men: which is, that in February, and for a little before, and a little after that month (as I have observed several years together), about 6 in the evening, when the Twilight hath almost deserted the horizon, you shal see a plainly discernable way of the Twilight striking up toward the Pleiades, and seeming almost to touch them. It is so observed any clear night, but it is best *illac nocte*. There is no such way to be observed at any other time of the year (that I can perceive), nor any other way at that time to be perceived darting up elsewhere. And I believe it hath been, and will be constantly visible at that time of the year. But what the cause of it in nature should be, I cannot yet imagine, but leave it to further enquiry.“ Childrey, Britannia Baconica 1661 p. 183. Dies iſt die erſte Anſicht und einfache Beſchreibung der Erſcheinung (Caſſini, découverte de la lumière céleste qui paroît dans le zodiaque in den Mém. de l'Acad. Roy. des Sc. T. VIII. 1730 p. 276; Mairan, traité phys. de l'Aurore boréale 1754 p. 16). In dem eben angeführten ſonderbaren Buche von Childrey finden ſich auch ſchon (p. 91) ſehr verſtändige Angaben über die Epoche des Eintretens der Maxima und Minima in der Vertheilung der Jahreswärme, wie in dem Gange der täglichen Temperatur; Angaben über Verſpätung der Extreme des Effects in den meteorologiſchen Proceſſen. Leider lehrt aber auch (p. 148) der baconiſch-philoſophirende Kaplan des Lord Henry Somerſet (wie Bernardin de St. Pierre), daß die Erde an den Polen zugeſpitzt ſei. Sie war urſprünglich, ſagt er, kugelrund, aber die ununterbrochen fortſchreitende Zunahme der Eisſchichten an beiden Polen verändert die Figur des Erdkörpers; und da das Eis ſich aus Waſſer bildet, nimmt die Waſſermenge überall ab.

62 (S. 144.) Dominicus Caſſini (Mém. de l'Acad. des Sc. T. VIII. 1730 p. 188) und Mairan (Aurore bor. p. 16) haben ſelbſt die Behauptung aufgeſtellt, daß das 1668 in Perſien geſehene Phänomen das Zodiacallicht geweſen ſei. Delambre (Hist. de l'Astron. moderne T. II. p. 742) ſchreibt die Entdeckung dieſes Lichtes beſtimmt dem berühmten Reiſenden Chardin zu; aber ſowohl im Couronnement de Soliman als in mehreren Stellen ſeiner Reiſebeſchreibung (éd. de Langlès T. IV. p. 326, T. X. p. 97)

erwähnt Chardin als *niazouk (nyzek)* oder petite lance nur: „la grande et fameuse comète qui parut presque par toute la terre en 1668 et dont la tête étoit cachée dans l'occident de sorte qu'on ne pouvoit en rien apercevoir sur l'horizon d'Ispahan.“ (Atlas du Voyage de Chardin Tab. IV, nach den Beobachtungen in Schiras.) Der Kopf oder Kern dieſes Cometen iſt aber in Braſilien und in Indien geſehen worden (Pingré, Cométogr. T. II. p. 22). Ueber die Vermuthung der Identität des letzten großen Cometen vom März 1843 mit dem, welchen Caſſini für das Zodiacallicht hielt, ſ. Schum. aſtr. Nachr. 1843 No. 476 und 480. Im Perſiſchen werden nîzehi âteschîn (feurige Spieße oder Lanzen) auch für die Strahlen der auf- oder untergehenden Sonne gebraucht, wie nayâzik nach Freytag's arabiſchem Lexicon stellae cadentes bedeutet. Die Vergleichung der Cometen mit Lanzen und Schwerdtern war übrigens beſonders dem Mittelalter in allen Sprachen ſehr gewöhnlich. Selbſt der große Comet, welcher vom April bis Junius 1500 geſehen wurde, heißt bei den italiäniſchen Schriftſtellern der Zeit immer il Signor Atsone (ſ. mein Examen critique de l'hist. de la Géographie T. V. p. 80). — Die vielfach geäußerten Vermuthungen, daß Descartes (Caſſini p. 230, Mairan p. 16) oder gar Kepler (Delambre T. I. p. 601) das Zodiacallicht gekannt hätten, ſcheinen mir ganz unhaltbar. Descartes (Principes de la Philos. Partie III. art. 136 und 137) ſpricht auf eine ſehr dunkle Weiſe, wie Cometenſchweife entſtehen: „par des rayons obliques qui, tombant sur diverses parties des orbes planétaires, viennent des parties latérales à notre oeil par une réfraction extraordinaire“; auch wie Morgens und Abends Cometenſchweife „comme une longue *poutre*“ geſehen werden könnten, wenn die Sonne zwiſchen dem Cometen und der Erde ſteht. Dieſe Stelle iſt ſo wenig auf das Zodiacallicht zu deuten als das, was Kepler (Epit. Astron. Copernicanae T. I. p. 57 und T. II. p. 893) von der Exiſtenz einer Sonnen-Atmoſphäre (limbus circa solem, coma lucida) ſagt, welche in totalen Sonnenfinſterniſſen hindert, „daß es ganz Nacht werde“. Noch unſicherer oder vielmehr irriger iſt die Behauptung, daß die „trabes quas δοκοὺς vocant“ (Plin. II, 26 und 27) eine Andeutung des zungenförmig aufſteigenden Zodiacallichts ſeien, wie Caſſini (p. 231 art. XXXI) und Mairan (p. 15) vorgeben. Ueberall bei den Alten

ſind die trabes mit Boliden (ardores et faces) und anderen feurigen Meteoren in Verbindung geſetzt, auch wohl gar mit den langbärtigen Cometen. (Ueber δοκός, δοκίας, δοκίτης ſ. Schäfer, Schol. Par. ad Apoll. Rhod. 1813 T. II. p. 206; Pſeudo-Ariſtot. de Mundo 2, 9; Comment. Alex., Joh. Philop. et Olymp. in Aristot. Meteor. lib. I cap. VII, 3 p. 195, Ideler; Seneca, Nat. Quaest. I, 1.)

63 (S. 145.) Humboldt, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 301. Das ſeltene Manuſcript, welches dem Erzbiſchof von Rheims, le Tellier, gehört hat, enthält ſehr verſchiedenartige Auszüge aus einem aztekiſchen Ritualbuche, aus einem aſtrologiſchen Calender und aus hiſtoriſchen Annalen von 1197—1549. Die letztgenannten geben zugleich Naturerſcheinungen, Epochen der Erdbeben, Cometen: wie die von 1490 und 1529, und für die mexicaniſche Chronologie wichtige Sonnenfinſterniſſe an. In der handſchriftlichen Historia de Tlascala von Camargo wird das in Oſten bis faſt zum Zenith aufſteigende Licht ſonderbar genug „funkelnd und wie dick mit Sternen beſäet“ genannt. Auf vulkaniſche Ausbrüche des Popocatepetl, der ſehr nahe in Südoſten liegt, paßt die Beſchreibung der vierzigtägigen Erſcheinung gar nicht (Prescott, hist. of the Conquest of Mexico Vol. I. p. 284). Neuere Commentatoren haben dieſe Erſcheinung, die Montezuma als eine der ihm Unglück verheißenden anſah, mit der „estrella que humeava“ (eigentlich: welche ſprudelte; mexicaniſch choloa, ſpringen und ſprudeln) verwechſelt. Ueber den Zuſammenhang dieſes Dampfes mit dem Stern Citlal Choloha (Venus) und dem Sternberge (Citlaltepetl, dem Vulkan von Orizaba) ſ. meine Monumens T. II. p. 303.

64 (S. 145.) Laplace, expos. du Syst. du Monde p. 270, Mécanique céleste T. II. p. 169 und 171; Schubert, Aſtr. Th. III. § 206.

65 (S. 146.) Arago im Annuaire du Bur. des Long. pour 1842 p. 408. Vergl. Sir John Herſchel's Betrachtungen über Volum und Lichtſchwäche der planetariſchen Nebelflecke in Mary Somerville, Connexion of the Phys. Sciences 1835 p. 108. Die Meinung, daß die Sonne ein Nebelſtern ſei, deſſen Atmoſphäre die Erſcheinung des Zodiacallichtes darbietet, iſt nicht von Dominicus Caſſini, ſondern zuerſt 1731 von Mairan aufgeſtellt wor-

den (traité de l'Aurore bor. p. 47 und 263; Arago im Annuaire pour 1842 p. 412). Es war eine Erneuerung Kepler'ſcher Anſichten.

66 (S. 146.) Schon Dominicus Caſſini nahm, wie ſpäter Laplace, Schubert und Poiſſon, zur Erklärung der Geſtalt des Zodiacallichtes die Hypotheſe eines abgeſonderten Ringes an. Er ſagt beſtimmt: „si les orbites de Mercure et de Vénus étoient visibles (matériellement dans toute l'étendue de leur surface), nous les verrions habituellement de la même figure et dans la même disposition à l'égard du Soleil et aux mêmes tems de l'année que la lumière zodiacale.“ (Mém. de l'Acad. des Sc. T. VIII. 1730 p. 218 und Biot in den Comptes rendus T. III. 1836 p. 666.) Caſſini glaubte, daß der dunſtförmige Ring des Zodiacallichtes aus einer Unzahl kleiner planetenartiger Körper, die um die Sonne kreiſen, zuſammengeſetzt ſei. Er war ſelbſt nicht abgeneigt zu glauben, daß der Fall von Feuerkugeln mit dem Durchgang der Erde durch den Zodiacal-Nebel-Ring zuſammenhangen könne. Olmſted und vorzüglich Biot (a. a. O. p. 673) haben dieſen Zuſammenhang mit dem November-Phänomen zu ergründen geſucht: einen Zuſammenhang, den Olbers bezweifelt (Schum. Jahrbuch für 1837 S. 281). Ueber die Frage, ob die Ebene des Zodiacallichts mit der Ebene des Sonnen-Aequators vollkommen zuſammentrifft, ſ. Houzeau in Schum. aſtr. Nachr. 1843 No. 492 S. 190.

67 (S. 146.) Sir John Herſchel, Astron. § 487.

68 (S. 146.) Arago im Annuaire pour 1832 p. 246. Mehrere phyſikaliſche Thatſachen ſcheinen anzudeuten, daß bei einer mechaniſchen Trennung der Materie in die kleinſten Theilchen, wenn die Maſſe ſehr gering im Verhältniß zur Oberfläche wird, die electriſche Spannung ſich bis zur Licht- und Wärmeſtrahlung erhöhen kann. Verſuche mit einem großen Hohlſpiegel haben bisher nicht entſcheidende Beweiſe von dem Daſein ſtrahlender Wärme im Zodiacallichte gegeben. (Lettre de Mr. Matthiessen à Mr. Arago in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XVI. 1843 p. 687.)

69 (S. 147.) „Was Sie mir von den Lichtveränderungen im Zodiacallichte und den Urſachen ſagen, welchen Sie unter den Tropen ſolche Veränderungen zuſchreiben, hat um ſo mehr mein Intereſſe erregt, als ich ſeit langer Zeit, in jedem Frühjahr,

beſonders aufmerkſam auf jene Erſcheinung in unſern nördlichen Breiten geweſen bin. Auch ich habe immer geglaubt, daß das Thierkreislicht rotire; aber ich nahm an, daß es ſich mit beträchtlich zunehmender Helligkeit ganz bis zur Sonne erſtrecke (gegen Poiſſon's Aeußerung, die Sie mir mittheilen). Den lichten Kranz, der ſich bei totalen Sonnenfinſterniſſen um die verfinſterte Sonne zeigt, habe ich für dieſen glänzendſten Theil des Zodiacallichts gehalten. Ich habe mich überzeugt, daß dieſes Licht in einzelnen Jahren ſehr verſchieden: oft mehrere Jahre hinter einander ſehr hell und ausgedehnt; oft auch, in anderen Jahren, gar nicht wahrzunehmen iſt. Die erſte Spur vom Daſein des Zodiacallichts glaube ich in einem Briefe von Rothmann an Tycho zu bemerken: der dieſem meldet, er habe im Frühjahr die Tiefe der Sonne unter dem Horizont, bei Ende der Abenddämmerung, 24° gefunden. Gewiß hat Rothmann das Verſchwinden des untergehenden Thierkreislichtes in den Dünſten des Abend-Horizonts mit dem wirklichen Ende der Abenddämmerung verwechſelt. Aufwallungen habe ich ſelbſt: vermuthlich wegen der Schwäche, womit in unſern Gegenden das Zodiacallicht erſcheint, durchaus nicht bemerken können. Sie haben aber gewiß Recht, wenn Sie dergleichen ſchnelle Lichtveränderungen himmliſcher Gegenſtände, die Sie in dem Tropenklima wahrgenommen, unſerer Atmoſphäre, vorzüglich den hohen Regionen derſelben, zuſchreiben. Das zeigt ſich am deutlichſten in den Schweifen großer Cometen. Oft ſieht man, beſonders bei dem heiterſten Wetter, in dieſen Schweifen Pulſationen, welche vom Kopfe des Cometen, als dem niedrigſten Punkte, anfangen, und in 1 oder 2 Secunden den ganzen Schweif durchzittern: wobei ſich dann der Schweif ſchnell um einige Grade zu verlängern und gleich wieder zu verkürzen ſcheint. Daß dieſe Aufloderungen, auf die ehemals Robert Hooke und in neueren Zeiten Schröter und Chladni ſehr aufmerkſam waren, nicht in dem Cometenſchweife ſelbſt vorgehen, ſondern durch unſre Atmoſphäre hervorgebracht ſind: wird klar, wenn man bedenkt, daß die einzelnen Theile der (mehrere Millionen Meilen langen) Cometenſchweiſe in ſehr verſchiedenen Abſtänden von uns liegen, und daß das Licht von ihnen nur in Zeiträumen zu uns gelangen kann, die um mehrere Minuten von einander verſchieden ſind. Ob, was Sie am Orinoco: nicht in Intervallen von Secunden, ſondern von

Minuten geſehen, wirkliche Coruſcationen des Thierkreislichtes waren, oder ganz und allein den oberen Schichten unſeres Lichtkreiſes zugehörte; will ich nicht entſcheiden. Auch weiß ich mir die ſo merkwürdigen Erhellungen ganzer Nächte, die anomalen Verſtärkungen und Verlängerungen der Dämmerung im Jahr 1831 nicht zu erklären: beſonders da man bemerkt haben will, daß der hellſte Theil dieſer ſonderbaren Dämmerungen nicht mit dem Orte der Sonne unter dem Horizonte zuſammentraf." (Aus einem Briefe des Dr. Olbers an mich, Bremen den 26 März 1833.)

70 (S. 148.) Biot, traité d'Astron. physique (3me éd.) T. I. 1841 p. 171, 238 und 312.

71 (S. 149.) Beſſel in Schum. Jahrb. für 1839 S. 51; vielleicht 1 Million Meilen täglich, auf das mindeſte in relativer Geſchwindigkeit 834000 Meilen: alſo mehr als die doppelte Umlaufs-Geſchwindigkeit der Erde in ihrer Bahn um die Sonne.

72 (S. 151.) Ueber Bewegung des Sonnenſyſtems nach Bradley, Tobias Mayer, Lambert, Lalande und William Herſchel ſ. Arago im Annuaire pour 1842 p. 388—399; Argelander in Schum. aſtron. Nachr. No. 363, 364 und 398, und in der Abhandlung von der eigenen Bewegung des Sonnenſyſtems 1837 S. 43 über den Perſeus als Centralkörper der ganzen Sternſchicht; auch Otho Struve im Bulletin de l'Acad. de St.-Pétersb. T. X. 1842 No. 9 p. 137—139. Nach Letzterem wird durch eine ſpätere Combination für die Richtung der Sonnenbewegung gefunden: 261° 23′ A. R., + 37° 36′ Decl.; und im Mittel aus Argelander's und ſeiner eigenen Arbeit durch eine Combination von 797 Sternen: 259° 9′ A. R., + 34° 36′ Decl.

73 (S. 151.) Ariſtot. de Coelo III, 2 p. 301 Bekker; Phys. VIII, 5 p. 256.

74 (S. 152.) Savary in der Connaissance des tems pour l'an 1830 p. 56 und 163; Encke, Berl. aſtron. Jahrb. für 1832 S. 253 ff.; Arago im Annuaire pour 1834 p. 260—295; John Herſchel in den Mem. of the Astron. Soc. Vol. V. p. 171.

75 (S. 153.) Beſſel, Unterſuchung des Theils der planetariſchen Störungen, welche aus der Bewegung der Sonne entſtehen, in den Abhandl. der Berl. Akad. der Wiſſenſch. auf das J. 1824 (mathem. Claſſe) S. 2—6. Die Frage war angeregt

worden durch Johann Tobias Mayer in den Comment. Soc. Reg. Gotting. 1804—1808 Vol. XVI. p. 31—68.

[76] (S. 153.) Philos. Transact. for 1803 p. 225, Arago im Annuaire pour 1842 p. 375. Will man ſich die etwas früher im Texte bezeichnete Entfernung der Fixſterne bequemer verſinnlichen, ſo erinnere man ſich, daß, wenn die Erde von der Sonne in einem Fuß Entfernung angenommen wird, Uranus 19 Fuß und Wega der Leier 34½ geographiſche Meilen von der Sonne entfernt iſt.

[77] (S. 154.) Beſſel in Schum. Jahrb. für 1839 S. 53.

[78] (S. 154.) Mädler, Aſtr. S. 476; derſ. in Schum. Jahrbuch für 1839 S. 95.

[79] (S. 156.) Sir William Herſchel in den Philos. Transact. for 1817 P. II. p. 328.

[80] (S. 156.) Arago im Annuaire pour 1842 p. 459.

[81] (S. 157.) Sir John Herſchel in einem Briefe aus Feldhuyſen vom 13 Januar 1836; Nicholl, Archit. of the Heavens 1838 p. 22. (S. auch einzelne Andeutungen von Sir William Herſchel über den ſternleeren Raum, der uns in großem Abſtande von der Milchſtraße trennt, in den Philos. Transact. for 1817 P. II. p. 328.)

[82] (S. 157.) Sir John Herſchel, Astron. § 624; derſelbe in den Observations of Nebulae and Clusters of Stars (Philos. Transact. for the year 1833 P. II. p. 479 fig. 25): „we have here a brother System bearing a real physical resemblance and strong analogy of structure of our own."

[83] (S. 157.) Sir William Herſchel in den Philos. Transact. for 1785 P. I. p. 257; Sir John Herſchel, Astr. § 616. („The *nebulous* region of the heavens forms a *nebulous milky way*, composed of distinct nebulae as the other of Stars." Derſelbe in einem Briefe an mich vom März 1829.)

[84] (S. 158.) John Herſchel, Astron. § 585.

[85] (S. 158.) Arago im Annuaire du Bureau des Longit. pour 1842 p. 282—285, 409—411 und 439—442.

[86] (S. 158.) Olbers über die Durchſichtigkeit des Weltraums in Bode's aſtron. Jahrbuch für das J. 1826 S. 110—121.

[87] (S. 159.) *„An opening in the heavens"*, William Herſchel in den Philos. Transact. for 1785 Vol. LXXV. P. I. p. 256.

S. le Français Lalande in der Connaiss. des tems pour l'an VIII p. 383; Arago im Annuaire 1842 p. 425.

[88] (S. 159.) Ariſtot. Meteor. II. 5, 1; Seneca, Natur. Quaest. I. 14, 2. „Coelum discessisse" in Cic. de Divin. I, 43.

[89] (S. 159.) Arago im Annuaire pour 1842 p. 429.

[90] (S. 160.) Im December 1837 ſah Sir John Herſchel den Stern η Argo, der bisher als zweiter Größe und ganz unveränderlich erſchienen war, ſchnell bis zur erſten Größe zunehmen. Im Januar 1838 war die Intenſität ſeines Lichtes ſchon der von α Cent. gleich. Nach den neueſten Nachrichten fand Maclear im März 1843 den Stern ſo glänzend als Canopus; ja α Crucis ſah ganz dämmernd neben η Argo aus.

[91] (S. 161.) „Hence it follows that the rays of light of the remotest nebulae must have been almost two millions of years on their way; and that consequently, so many years ago, this object must already have had *an existence* in the sidereal heaven, in order to send out those rays by which we now perceive it." William Herſchel in den Philos. Transact. for 1802 p. 498; John Herſchel, Astr. § 590; Arago im Annuaire pour 1842 p. 334, 359 und 382—385.

[92] (S. 161.) Aus dem ſchönen Sonette meines Bruders: Freiheit und Geſetz (Wilhelm von Humboldt, geſammelte Werke Bd. IV. S. 358 No. 25).

[93] (S. 162.) Otfried Müller, Prolegomena S. 373.

[94] (S. 166.) Bei den tiefſten Arbeiten der Menſchen im Inneren der Erde iſt zu unterſcheiden zwiſchen der abſoluten Tiefe (unter der Oberfläche der Erde an dem Punkte, wo die Arbeit begonnen iſt) und der relativen Tiefe (d. i. der unter dem Spiegel des Meeres). Die größte relative Tiefe, welche die Menſchen bisher erreicht haben, iſt vielleicht das Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Preußiſch Minden; ſie betrug im Juni 1844 genau 1873½ Par. Fuß (607^{m}, 4); die abſolute Tiefe war 2094½ Fuß (680^{m}). Die Temperatur des Waſſers im Tiefſten ſtieg damals auf 32^{0},7 Cent.: was bei der Annahme von 9^{0},6 mittlerer Luftwärme eine Wärme-Zunahme von 1^{0} auf 29^{m},6 giebt. Der arteſiſche Brunnen von Grenelle bei Paris hat nur 1683 Fuß (547^{m}) abſoluter Tiefe. Nach den Berichten des Miſſionärs Imbert aus China wird die Tiefe unſerer arteſiſchen Brunnen von der der Feuerbrunnen, Ho-tsing,

weit übertroffen: welche man abteuft, um ſich Waſſerſtoffgas zu verſchaffen, das zum Salzſieden angewendet wird. In der chineſiſchen Provinz Szü-tſchuan ſollen dieſe Feuerbrunnen ſehr gewöhnlich die Tiefe von 1800 bis 2000 Fuß erreichen; ja bei Tſeu-lieu-tſing (Ort des Immerfließens) ſoll ein Ho-tſing, mit dem Seile im J. 1812 gebohrt, 3000 Fuß tief ſein (Humboldt, Asie centrale T. II. p. 521 und 525; Annales de l'Association de la Propagation de la Foi 1829 No. 16 p. 369). Die relative Tiefe, welche man zu Monte Maſſi in Toſcana, ſüdlich von Volterra, erreicht hat, beträgt nach Matteucci nur 1175 Fuß (382 m). Dem Bohrloch zu Neu-Salzwerk kommt an relativer Tiefe wahrſcheinlich ſehr nahe das Kohlenbergwerk zu Apendale bei Newcaſtle under Lyme (Staffordſhire). Man arbeitet dort 725 Yards oder 2045 Par. Fuß unter der Oberfläche (Thomas Smith, Miner's Guide 1836 p. 160). Leider iſt mir die Höhe der Hängebank über dem Meeresſpiegel nicht genau bekannt. Die relative Tiefe der Grube Monk Wearmouth bei Newcaſtle iſt nur 1404 Fuß (Phillips im Philos. Magaz. Vol. V. 1834 p. 446), die der Lütticher Steinkohlen-Grube Eſpérance zu Seraing nach Herrn Berghauptmann von Dechen 1271 Fuß, die ehemalige der Steinkohlen-Grube Marihaye bei Val St. Lambert im Maasthale nach dem Ingénieur des Mines Herrn Gernaert 1157 Fuß. Die abſolut tiefſten Arbeiten, welche die Menſchen unternommen haben, ſind meiſt in ſo hohen Gebirgsebenen oder ſo hohem Thalboden angeſetzt worden, daß dieſelben entweder gar nicht das Niveau des Meeres erreicht haben oder zu einer ſehr geringen Tiefe unter dieſes Niveau gelangt ſind. So hatte einſt der jetzt unfahrbare Eſelsſchacht zu Kuttenberg in Böhmen die ungeheure abſolute Tiefe von 3545 Fuß (Fr. A. Schmidt, Berggeſetze der öſterr. Mon. Abth. I. Bd. I. S. XXXII). Auch zu St. Daniel und beim Geiſt am Rörerbühel (Landgericht Kitzbühl) waren im 16ten Jahrhundert die Baue 2916 Fuß tief. Man bewahrt noch die Grubenriſſe der Arbeiten am Rörerbühel vom Jahre 1539. (Joſeph von Sperges, Tyroler Bergwerksgeſchichte S. 121. Vergl. auch Humboldt, Gutachten über Herantreibung des Meißner Stollens in die Freiberger Erzrevier, abgedruckt in Herder über den jetzt begonnenen Erbſtollen 1838 S. CXXIV.) Man könnte glauben, daß die Kunde von der außerordentlichen Tiefe des Rörerbühel früh nach England

gelangt war; denn in Gilbert de Magnete finde ich die Behauptung, daß der Menſch 2400 bis 3000 Fuß in die Erdrinde gedrungen ſei. („Exigua videtur terrae portio, quae unquam hominibus spectanda emerget aut eruitur: cum profundius in ejus viscera, ultra eflorescentis extremitatis corruptelam, aut propter aquas in magnis fodinis, tanquam per venas scaturientes, aut propter aëris salubrioris ad vitam operariorum sustinendam necessarii defectum, aut propter ingentes sumptus ad tantos labores exantlandos, multasque difficultates, ad profundiores terrae partes penetrare non possumus; adeo ut quadringentas aut [quod rarissime] quingentas orgyas in quibusdam metallis descendisse, stupendus omnibus videatur conatus.“ Guilielmi Gilberti, Colcestrensis, de Magnete Physiologia nova. Lond. 1600 p. 40.) Die abſoluten Tiefen der Bergwerke im ſächſiſchen Erzgebirge bei Freiberg ſind im Thurmhofer Zug 1824 Fuß, im Hohenbirker Zug 1714 Fuß; die relativen Tiefen erreichen nur 626 und 260 Fuß: wenn man, um die Höhe der Hängebänke jedes Schachts über dem Meere zu finden, die Höhe von Freiberg, nach Reich's neuer Beſtimmung, zu 1191 Fuß annimmt. Die abſolute Tiefe der, auch durch Reichthum berufenen Grubenbaue zu Joachimsthal in Böhmen (Verkreuzung des Jung Häuer Zechen- und Andreas-Ganges) hat volle 1989 Fuß erreicht: ſo daß, wenn die Hängebank nach des Herrn von Dechen Meſſungen ungefähr 2250 Fuß über dem Meere liegt, die Grubenbaue dort noch nicht einmal den Meeresſpiegel erreicht haben. Am Harz wird auf der Grube Samſon zu Andreasberg in 2062 Fuß abſoluter Tiefe gebaut. In dem ehemaligen ſpaniſchen Amerika kenne ich keine tiefere Grube als die Valenciana bei Guanaxuato (Mexico), wo ich die abſolute Tiefe der Planes de San Bernardo 1582 Fuß gefunden habe. Es fehlen aber den Planes noch 5592 Fuß, um den Meeresſpiegel zu erreichen. Wenn man die Tiefe der ehemaligen Kuttenberger Grubenbaue (eine Tiefe, welche die Höhe unſers Brockens übertrifft und der des Veſuvs nur um 200 Fuß nachſteht) mit der größten Höhe der von Menſchen aufgeführten Gebäude (der Pyramide des Cheops und des Strasburger Münſters) vergleicht, ſo findet man das Verhältniß von 8 zu 1. Bei den vielen unbeſtimmten und durch falſche Reduction der Maaße auf den Pariſer Fuß verunſtalteten Angaben, welche unſre geognoſtiſchen Schriften noch immer

enthalten, ſchien es mir wichtig, in dieſer Anmerkung alles zuſammenzuſtellen, was ich ſicheres über die größten abſoluten und relativen Tiefen der Grubenbaue und Bohrlöcher habe auffinden können. Wenn man von Jeruſalem öſtlich gegen das todte Meer hinabſteigt, ſo genießt man einen Anblick, den, nach unſeren jetzigen hypſometriſchen Kenntniſſen der Oberfläche unſres Planeten, keine andere Erdgegend darbieten kann: man ſchreitet, indem man ſich dem Spalte naht, in welchem der Jordan fließt, an hellem Tage auf Geſteinſchichten, die nach Bertou's und Rußegger's barometriſchem Nivellement 1300 Fuß in ſenkrechter Tiefe unter dem Spiegel des Mittelmeers liegen (Humboldt, Asie centrale T. II. p. 323).

95 (S. 167.) Muldenförmig gekrümmte Schichten, die man ſich einſenken und in einer zu meſſenden Entfernung wieder aufſteigen ſieht, geben, wenn ſie auch in den tiefſten Punkten nicht durch bergmänniſche Arbeiten erreicht werden, doch ſinnliche Kenntniß von der Beſchaffenheit der Erdrinde in großen Abſtänden von der Oberfläche. Angaben dieſer Art gewähren demnach ein großes geognoſtiſches Intereſſe. Ich verdanke die folgenden dem vortrefflichen Geognoſten, Herrn von Dechen. Er ſchreibt: „Die Tiefe der Steinkohlen-Mulde zu Lüttich am Mont St. Gilles, welche ich gemeinſchaftlich mit unſerm Freunde Herrn von Oeynhauſen zu 3650 Fuß unter der Oberfläche ermittelt habe, liegt, da der Mont St. Gilles gewiß nicht 400 Fuß abſolute Höhe hat, an 3250 Fuß unter dem Meeresſpiegel; die Steinkohlen-Mulde zu Mons liegt ſogar noch volle 1750 Fuß tiefer. Alle dieſe Tiefen ſind aber nur als gering gegen die zu betrachten, welche die Lagerungsverhältniſſe der Steinkohlen-Flöze in dem Saar-Revier (Saarbrücken) offenbaren. Ich habe nach wiederholten Aufnahmen gefunden, daß das unterſte Kohlenflöz, welches in der Gegend von Duttweiler bekannt iſt, bei Bettingen, nordöſtlich von Saarlouis, bis 19406 und 20656 Fuß ($^{9}/_{10}$ geogr. Meile) unter dem Meeresſpiegel herabgeht." Dieſes Reſultat übertrifft noch um 8000 Fuß die Annahme, welche ich im Texte des Kosmos für eine Mulde devoniſcher Schichten gegeben habe. Jene Steinkohlen-Flöze liegen alſo ſo tief unter dem Niveau des Meeres, als der Chimborazo über demſelben ſich erhebt: in einer Tiefe, in welcher die Erdwärme an 224° betragen muß. Von den höchſten Gipfeln des Himalaya bis zu jenen Mulden, welche

die Vegetation der Vorwelt enthalten, iſt demnach ein ſenkrechter Abſtand von 45000 Fuß, d. i. $^{1}/_{435}$ des Erd-Halbmeſſers.

96 (S. 171.) Plato, Phaedo p. 97 (Ariſtot. Metaph. p. 985). Vergl. Hegel, Philoſophie der Geſchichte 1840 S. 16.

97 (S. 172.) Beſſel, allgemeine Betrachtungen über Gradmeſſungen nach aſtronomiſch-geodätiſchen Arbeiten, am Schluß von Beſſel und Baeyer, Gradmeſſung in Oſtpreußen S. 427. (Ueber die früher im Text erwähnte Anhäufung der Materie auf der uns zugekehrten Mondhälfte ſ. Laplace, expos. du Syst. du Monde p. 308.)

98 (S. 172.) Plin. II, 68; Seneca, Nat. Quaest. Praef. cap. II. El Mundo es poco (die Erde iſt klein und enge), ſchreibt Columbus aus Jamaica an die Königin Iſabella den 7 Julius 1503: nicht etwa nach den philoſophiſchen Anſichten der beiden Römer, ſondern weil es ihm vortheilhaft ſchien zu behaupten, der Weg von Spanien ſei nicht lang, wenn man, wie er ſagte, „den Orient von Weſten her ſuche". Vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. au 15me siècle T. I. p. 83 und T. II. p. 327: wo ich zugleich gezeigt habe, daß die von Delisle, Fréret und Goſſelin vertheidigte Meinung, nach welcher die übermäßige Verſchiedenheit in den Angaben des Erd-Perimeters bei den Griechen bloß ſcheinbar ſei und auf Verſchiedenheit der Stadien beruhe, ſchon im Jahr 1495 von Jaime Ferrer, in einem Vorſchlag über die Beſtimmung der päpſtlichen Demarcations-Linie, vorgetragen wurde.

99 (S. 172.) Brewſter, life of Sir Isaac Newton 1831 p. 162: „The discovery of the spheroidal form of Jupiter by Cassini had probably directed the attention of Newton to the determination of its cause, and consequently to the investigation of the true figure of the earth." Caſſini kündigte allerdings die Quantität der Abplattung des Jupiter ($^{1}/_{15}$) erſt 1691 an (Mémoires de l'Acad. des Sciences 1666—1699 T. II. p. 108); aber wir wiſſen durch Lalande (Astron. 3me éd. T. III. p. 335), daß Maraldi einige gedruckte Bogen des von Caſſini angefangenen lateiniſchen Werkes „über die Flecken der Planeten" beſaß: aus welchem zu erſehen war, daß Caſſini bereits vor 1666, alſo 21 Jahre vor dem Erſcheinen von Newton's Principia, die Abplattung des Jupiter kannte.

100 (S. 174.) Nach Beſſel's Unterſuchung von zehn Gradmeſſungen, in welcher der von Puiſſant aufgefundene Fehler in der Berechnung der franzöſiſchen Gradmeſſung berückſichtigt wurde (Schumacher, aſtron. Nachr. 1841 No. 438 S. 116), iſt die halbe große Axe des elliptiſchen Rotations-Sphäroids, dem ſich die unregelmäßige Figur der Erde am meiſten nähert, 3272077',14; die halbe kleine Axe 3261139',33; die Abplattung $^1/_{299,152}$; die Länge des mittleren Meridiangrades 57013',109, mit einem Fehler von + 2',8403: woraus folgt die Länge einer geographiſchen Meile von 3807',23. Frühere Combinationen der Gradmeſſungen ſchwankten zwiſchen $^1/_{302}$ und $^1/_{297}$: ſo Walbeck, de forma et magnitudine telluris in demensis arcubus meridiani definiendis, $^1/_{302,78}$ in 1819; Ed. Schmidt (Lehrbuch der mathem. und phyſ. Geographie S. V) $^1/_{297,48}$ in 1829 aus ſieben Gradmeſſungen. Ueber den Einfluß großer Unterſchiede der Längen auf die Polar-Abplattung ſ. Bibliothèque universelle T. XXXIII. p. 181 und T. XXXV. p. 56, auch Connaissance des tems pour l'an 1829 p. 290. — Aus den Mondgleichungen allein fand Laplace zuerſt (expos. du Syst. du Monde p. 229) nach den älteren Tafeln von Bürg $^1/_{304,5}$; ſpäter nach den Mondsbeobachtungen von Burckhardt und Bouvard $^1/_{299,1}$ (Mécanique céleste T. V. p. 13 und 43).

1 (S. 174.) Die Pendelſchwingungen gaben als allgemeines Reſultat der großen Expedition von Sabine (1822 und 1823, vom Aequator bis 80° nördl. Breite) $^1/_{288,7}$; nach Freycinet, wenn man die Verſuchsreihen von Ile de France, Guam und Mowi (Maui) ausſchließt, $^1/_{286,2}$; nach Foſter $^1/_{289,5}$; nach Duperrey $^1/_{266,4}$; nach Lütke (Partie nautique 1836 p. 232) aus 11 Stationen $^1/_{269}$. Dagegen folgt aus den Beobachtungen zwiſchen Formentera und Dünkirchen (Connaiss. des tems pour 1816 p. 330) nach Mathieu $^1/_{298,2}$, und zwiſchen Formentera bis Inſel Unſt nach Biot $^1/_{304}$. Vergl. Baily, report on Pendulum Experiments in den Memoirs of the Royal Astron. Society Vol. VII. p. 96; auch Borenius im Bulletin de l'Acad. de St.-Pétersbourg T. I. 1843 p. 25. — Der erſte Vorſchlag, die Pendellänge zur Maaßbeſtimmung anzuwenden, und den dritten Theil des Secunden-Pendels (als wäre derſelbe überall von gleicher Länge) wie einen pes horarius zum allgemeinen, von allen Völkern immer wieder-

zufindenden Maaße feſtzuſetzen, findet ſich in Huygens Horologium oscillatorium 1673 Prop. 25. Ein ſolcher Wunſch wurde 1742 in einem öffentlich unter dem Aequator aufgeſtellten Monumente von Bouguer, La Condamine und Godin auf's neue ausgeſprochen. Es heißt in der ſchönen Marmortafel, die ich noch unverſehrt in dem ehemaligen Jeſuiter-Collegium in Quito geſehen habe: Penduli simplicis aequinoctialis unius minuti secundi archetypus, mensurae naturalis exemplar, utinam universalis! Aus dem, was La Condamine in ſeinem Journal du Voyage à l'Équateur 1751 p. 163 von unausgefüllten Stellen in der Inſchrift und einem kleinen Hader über die Zahlen mit Bouguer ſagt, vermuthete ich, beträchtliche Unterſchiede zwiſchen der Marmortafel und der in Paris bekannt gemachten Inſchrift zu finden. Nach mehrmaliger Vergleichung bemerkte ich aber nur zwei ganz unerhebliche: ex arcu graduum 3½ ſtatt ex arcu graduum plus quam trium, und ſtatt 1742 die Jahrzahl 1745. Die letztere Angabe iſt ſonderbar: da La Condamine im November 1744, Bouguer im Junius deſſelben Jahres nach Europa zurückkamen, auch Godin Südamerika ſchon im Julius 1744 verlaſſen hatte. Die nothwendigſte und nützlichſte Verbeſſerung in den Zahlen der Inſchrift würde die der aſtronomiſchen Länge der Stadt Quito geweſen ſein (Humboldt, Recueil d'Observ. astron. T. II. p. 319—354). Nouet's an ägyptiſchen Monumenten eingegrabene Breiten geben uns ein neueres Beiſpiel von der Gefahr, welche eine feierliche Perpetuirung falſcher oder unvorſichtig berechneter Reſultate darbietet.

[2] (S. 175.) Ueber die vermehrte Intenſität der Anziehung in vulkaniſchen Inſeln (St. Helena, Ualan, Fernando de Noronha, Ile de France, Guaham, Maui und Galapagos): mit Ausnahme der Inſel Rawak, vielleicht (Lütke p. 240) wegen ihrer Nähe zu dem hohen Lande von Neu-Guinea, ſ. Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astronomie au 18me siècle p. 701.

[3] (S. 175.) Zahlreiche Beobachtungen zeigen auch mitten in den Continenten große Unregelmäßigkeiten der Pendellängen, die man Local-Anziehungen zuſchreibt. (Delambre, Mesure de la Méridienne T. III. p. 548; Biot in den Mém. de l'Académie des Sciences T. VIII. 1829 p. 18 und 23.) Wenn man im ſüdlichen Frankreich und in der Lombardei von Weſten nach Oſten fortſchreitet, ſo findet man in Bordeaux die geringſte Intenſität der Schwer-

kraft; und dieſe Intenſität nimmt ſchnell zu in den öſtlicher gelegenen Orten: Figeac, Clermont-Ferrand, Mailand und Padua. Die letzte Stadt bietet das Maximum der Anziehung dar. Der Einfluß des ſüdlichen Abhanges der Alpenkette iſt nicht bloß der allgemeinen Größe ihres Volums, ſondern, wie Elie de Beaumont (rech. sur les Révol. de la surface du Globe 1830 p. 729) glaubt, am meiſten den Melaphyr- und Serpentin-Geſteinen zuzuſchreiben, welche die Kette gehoben haben. Am Abhange des Ararat: der, mit dem Caucaſus, wie im Schwerpunkte des, aus Europa, Aſien und Afrika beſtehenden, alten Continents liegt, zeigen Fedorow's ſo genaue Pendel-Verſuche ebenfalls nicht Höhlungen, ſondern dichte vulkaniſche Maſſen an (Parrot, Reiſe zum Ararat Th. II. S. 143). In den geodätiſchen Operationen von Carlini und Plana in der Lombardei haben ſich Unterſchiede zwiſchen den unmittelbaren Breiten-Beobachtungen und den Reſultaten jener Operationen von 20″ bis 47″,8 gefunden. (S. die Beiſpiele von Andrate und Mondovi, Mailand und Padua in den Opérations géodés. et astron. pour la mesure d'un arc du parallèle moyen T. II. p. 347; Effemeridi astron. di Milano 1842 p. 57.) Mailand auf Bern reducirt, wie es aus der franzöſiſchen Triangulation folgt, hat die Breite von 45° 27′ 52″, während daß die unmittelbaren aſtronomiſchen Beobachtungen die Breite zu 45° 27′ 35″ geben. Da die Perturbationen ſich in der lombardiſchen Ebene bis Parma weit ſüdlich vom Po erſtrecken (Plana, Opérat. géod. T. II. p. 847), ſo kann man vermuthen, daß ſelbſt in der Bodenbeſchaffenheit der Ebne ablenkende Urſachen wirken. Aehnliche Erfahrungen hat Struve in den flächſten Theilen des öſtlichen Europa's gemacht (Schumacher, aſtron. Nachrichten 1830 No. 164 S. 399). Ueber den Einfluß von dichten Maſſen, welche man in einer geringen, der mittleren Höhe der Alpenkette gleichen Tiefe vorausſetzt, ſ. die analytiſchen Ausdrücke (nach Hoſſard und Rozet) in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XVIII. 1844 p. 292: welche zu vergleichen ſind mit Poiſſon, traité de Mécanique (2. éd.) T. I. p. 482. Die früheſten Andeutungen von dem Einfluß der Gebirgsarten auf die Schwingungen des Pendels hat übrigens Thomas Young gegeben in den Philosoph. Transactions for 1819 p. 70—96. Bei den Schlüſſen von der Pendellänge auf die Erdkrümmung iſt wohl die

Möglichkeit nicht zu überſehen, daß die Erdrinde kann früher erhärtet geweſen ſein, als metalliſche und dichte baſaltiſche Maſſen aus der Tiefe durch offene Gangklüfte eingedrungen und der Oberfläche nahe gekommen ſind.

[4] (S. 175.) Laplace, expos. du Syst. du Monde p. 231.

[5] (S. 176.) La Caille's Pendel-Meſſungen am Vorgebirge der guten Hoffnung, die Mathieu mit vieler Sorgfalt berechnet hat (Delambre, Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 479), geben eine Abplattung von $^{1}/_{284,4}$; aber nach mehrfachen Vergleichungen der Beobachtungen unter gleichen Breiten in beiden Hemiſphären (Neu-Holland und Maloninen verglichen mit Barcelona, Neu-York und Dünkirchen) iſt bisher kein Grund vorhanden die mittlere Abplattung der ſüdlichen Halbkugel für größer als die der nördlichen zu halten (Biot in den Mém. de l'Acad. des Sciences T. VIII. 1829 p. 39—41).

[6] (S. 176.) Die drei Beobachtungs-Methoden geben folgende Reſultate: 1) durch Ablenkung des Senkbleis in der Nähe des Berges Shehallien (galiſch Thichallin) in Pertſhire 4,713 bei Maskelyne, Hutton und Playfair (1774—1776 und 1810) nach einer ſchon von Newton vorgeſchlagenen Methode; 2) durch Pendelſchwingung auf Bergen 4,837 (Carlini's Beobachtungen auf dem Mont Cenis verglichen mit Biot's Beobachtungen in Bordeaux, Effemer. astr. di Milano 1824 p. 184); 3) durch die Drehwage von Cavendiſh, nach einem urſprünglich von Mitchell erſonnenen Apparate, 5,48 (nach Hutton's Reviſion der Rechnung 5,32; nach der Reviſion von Eduard Schmidt 5,52: Lehrbuch der math. Geographie Bd. I. S. 487); durch die Drehwage von Reich 5,44. In der Berechnung dieſer, mit meiſterhafter Genauigkeit von Prof. Reich angeſtellten Verſuche war das urſprüngliche mittlere Reſultat 5,43 (mit einem wahrſcheinlichen Fehler von nur 0,0233): ein Reſultat, das, um die Größe vermehrt, um welche die Schwungkraft der Erde die Schwerkraft vermindert, für die Breite von Freiberg (50° 55′) in 5,44 zu verwandeln iſt. Die Anwendung von Maſſen aus Gußeiſen ſtatt des Bleies hat keine merkliche, den Beobachtungsfehlern nicht mit vollem Rechte zuzuſchreibende Verſchiedenheit der Anziehung, keine Spuren magnetiſcher Wirkungen offenbart (Reich, Verſuche über die mittlere Dichtigkeit der Erde 1838 S. 60, 62 und 66). Durch die Annahme

einer zu kleinen Abplattung der Erde und durch die unſichere Schätzung der Geſteins-Dichtigkeit der Oberfläche hatte man früher die mittlere Dichtigkeit der Erde ebenfalls, wie in den Verſuchen auf und an den Bergen, um $^1/_6$ zu klein gefunden: 4,761 (Laplace, Mécan. cél. T. V. p. 46) oder 4,785 (Eduard Schmidt, Lehrb. der math. Geogr. Bd. I. § 387 und 418). — Ueber die weiter unten (S. 178) angeführte Halley'ſche Hypotheſe von der Erde als Hohlkugel (den Keim Franklin'ſcher Ideen über das Erdbeben) ſ. Philos. Transact. for the year 1693 Vol. XVII. p. 563 (on the structure of the internal parts of the Earth and the concave habitated arch of the shell). Halley hält es für des Schöpfers würdiger: „daß der Erdball wie ein Haus von mehreren Stockwerken, von innen und außen bewohnt ſei. Für Licht in der Hohlkugel würde auch wohl (p. 576) auf irgend eine Weiſe geſorgt werden können."

[7] (S. 179.) Dahin gehören die vortrefflichen analytiſchen Arbeiten von Fourier, Biot, Laplace, Poiſſon, Duhamel und Lamé. In ſeinem Werke théorie mathématique de la Chaleur 1835 p. 3, 428—430, 436 und 521—524 (ſ. auch den Auszug von la Rive in der Bibliothèque universelle de Genève T. LX. p. 415) hat Poiſſon eine von Fourier's Anſicht (théorie analytique de la Chaleur) ganz abweichende Hypotheſe entwickelt. Er läugnet den gegenwärtigen flüſſigen Zuſtand des Kerns der Erde; er glaubt: „daß bei dem Erkalten durch Strahlung gegen das die Erde umgebende Mittel die an der Oberfläche zuerſt erſtarrten Theile herabgeſunken ſind; und daß durch einen doppelten, ab- und aufwärts gehenden Strom die große Ungleichheit vermindert worden iſt, welche bei einem feſten, von der Oberfläche her erkaltenden Körper ſtatt finden würde." Es ſcheint dem großen Geometer wahrſcheinlicher, daß die Erſtarrung in den dem Mittelpunkt näher liegenden Schichten angefangen habe; „das Phänomen der mit der Tiefe zunehmenden Wärme erſtrecke ſich nicht auf die ganze Erdmaſſe, und ſei bloß eine Folge der Bewegung unſres Planetenſyſtems im Weltraume: deſſen einzelne Theile durch Sternenwärme (chaleur stellaire) eine ſehr verſchiedene Temperatur haben." Die Wärme der Waſſer unſerer arteſiſchen Brunnen wäre alſo, nach Poiſſon, bloß eine von außen in den Erdkörper eingedrungene Wärme; und man könnte letzteren „als einen Felsblock betrachten, der vom Aequator nach dem Pole geſchafft wurde: aber

in einer ſo kurzen Zeit, daß er nicht ganz zu erkalten vermochte. Die Temperatur-Zunahme in dieſem Blocke würde ſich nicht bis zu den Schichten ſeiner Mitte erſtreckt haben." Die phyſikaliſchen Zweifel, welche man mit Recht gegen dieſe ſonderbare kosmiſche Anſicht aufgeſtellt hat (gegen eine Anſicht, welche dem Himmelsraume zuſchreibt, was wohl eher dem erſten Uebergange der ſich ballenden Materie aus dem gasförmig flüſſigen in einen feſten Zuſtand angehört), findet man geſammelt in Poggendorff's Annalen der Phyſik und Chemie Bd. XXXIX. S. 93—100.

8 (S. 181.) Siehe oben S. 27, 42 und 48. Die Wärme-Zunahme iſt gefunden worden in dem Puits de Grenelle zu Paris von $98\frac{4}{10}$ Fuß (32 mètres), in dem Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Preußiſch Minden faſt 91 Fuß (29^{m},6); zu Prégny bei Genf, ohnerachtet dort die obere Oeffnung des Bohrloches 1510 Fuß über dem Meeresſpiegel liegt, nach Auguſte de la Rive und Marcet, ebenfalls von 91 Fuß (29^{m},6). Dieſe Uebereinſtimmung der Reſultate in einer Methode, welche erſt im Jahre 1821 von Arago (Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1835 p. 234) vorgeſchlagen wurde, iſt ſehr auffallend: und von drei Bohrlöchern hergenommen, von 1683 F. (547^{m}), 2094 F. (680^{m}) und 680 F. (221^{m}) abſoluter Tiefe. Die zwei Punkte der Erde, in kleiner ſenkrechter Entfernung unter einander, deren Jahres-Temperaturen wohl am genaueſten beſtimmt ſind, ſind wahrſcheinlich die Temperatur der äußeren Luft der Sternwarte zu Paris und die Temperatur der Caves de l'Observatoire. Jene iſt 10^{0},822, dieſe 11^{0},834: Unterſchied 1^{0},012 auf 86 Fuß (28^{m}) Tiefe (Poiſſon, théorie math. de la Chaleur p. 415 und 462). Freilich iſt in den letzten 17 Jahren, aus noch nicht ganz ausgemittelten Urſachen, wo nicht die Temperatur der Caves de l'Observatoire, doch die Anzeige des dort ſtehenden Thermometers, um 0^{0},220 geſtiegen. Wenn in Bohrlöchern bisweilen das Eindringen von Waſſern aus Seitenklüften einige Störung hervorbringt, ſo ſind in Bergwerken andere Verhältniſſe erkältender Luftſtrömung noch ſchädlicher für die Genauigkeit mit vieler Mühe erforſchter Reſultate. Das Geſammt-Reſultat von Reich's großer Arbeit über die Temperatur der Gruben im ſächſiſchen Erzgebirge iſt eine etwas langſame Wärme-Zunahme von $128\frac{1}{2}$ Fuß (41^{m},84) auf 1^{0} (Reich, Beob. über die Temperatur des Geſteins in verſchiedenen Tiefen 1834 S. 134). Doch hat Phillips

(Poggend. Ann. Bd. XXXIV. S. 191) in einem Schachte des Kohlenbergwerks von Monk Wearmouth bei Newcaſtle, wo, wie ich ſchon oben bemerkt, 1404 Fuß (456m) unter dem Meeresſpiegel gearbeitet wird, auch eine Zunahme der Wärme von 99⁶/₁₀ Fuß (32m,4), faſt ganz identiſch mit Arago's Reſultat im Puits de Grenelle, gefunden.

[9] (S. 182.) Bouſſingault sur la Profondeur à laquelle se trouve la Couche de Température invariable entre les tropiques, in den Annales de Chimie et de Physique T. LIII. 1833 p. 225—247.

[10] (S. 183.) Laplace, expos. du Syst. du Monde p. 229 und 263, Mécanique cél. T. V. p. 18 und 72. Es iſt zu bemerken, daß der Bruch $^1/_{170}$ eines Centeſimal-Grades des Queckſilber-Thermometers, welcher im Texte als Grenze der Stabilität der Erdwärme ſeit Hipparchs Zeiten angegeben iſt, auf der Annahme beruht: daß die Dilatation der Stoffe, aus denen der Erdkörper zuſammengeſetzt iſt, gleich der des Glaſes ſei, d. i. $^1/_{100000}$ für 1° Wärme. Vergl. über dieſe Vorausſetzung Arago im Annuaire pour 1834 p. 177—190.

[11] (S. 185.) William Gilbert von Colcheſter, den Galilei „bis zum Neid-Erregen groß" nennt, ſagt ſchon: „magnus magnes ipse est globus terrestris". Er beſpöttelt die Magnetberge als Magnetpole des Fracaſtoro, des großen Zeitgenoſſen von Chriſtoph Columbus: „rejicienda est vulgaris opinio de montibus magneticis, aut rupe aliqua magnetica, aut polo phantastico a polo mundi distante." Er nimmt die Abweichung der Magnetnadel auf dem ganzen Erdboden für unveränderlich an (variatio uniuscujusque loci constans est); und erklärt die Krümmungen der iſogoniſchen Linien aus der Geſtaltung der Continente und der relativen Lage der Meeresbecken: welche eine ſchwächere magnetiſche Ziehkraft ausüben als die über dem Ocean hervorragenden feſten Maſſen. (Gilbert de Magnete, ed. 1633, p. 42, 98, 152 und 155.)

[12] (S. 185.) Gauß, allgemeine Theorie des Erdmagnetismus, in den Reſultaten aus den Beob. des magnet. Vereins im Jahr 1838 § 41 S. 56.

[13] (S. 185.) Es giebt auch Perturbationen, die ſich nicht weit fortpflanzen, mehr local ſind, vielleicht einen weniger tiefen Sitz haben. Ein ſeltenes Beiſpiel ſolcher außerordentlichen Störung, welche in den Freiberger Gruben und nicht in Berlin gefühlt wurde,

habe ich ſchon vor vielen Jahren bekannt gemacht (Lettre de Mr. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du Magnétisme terrestre, in Becquerel's traité expérimental de l'Électricité T. VII. p. 442). Magnetiſche Ungewitter, die gleichzeitig von Sicilien bis Upſala gefühlt wurden, gelangten nicht von Upſala nach Alten (Gauß und Weber, Reſultate des magnet. Vereins 1839 S. 128; Lloyd in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. XIII. 1843 p. 725 und 827). Unter den vielen in neuerer Zeit aufgefundenen gleichzeitigen und durch große Länderſtrecken fortgepflanzten Perturbationen, welche in Sabine's wichtigem Werke (observ. on days of unusual magnetic disturbance 1843) geſammelt ſind, iſt eine der denkwürdigſten die vom 25 Sept. 1841: welche zu Toronto in Canada, am Vorgebirge der guten Hoffnung, in Prag und theilweiſe in Van Diemens Land beobachtet wurde. Die engliſche Sonntagsfeier, nach der es ſündhaft iſt nach Sonnabend Mitternacht eine Scale abzuleſen und große Naturphänomene der Schöpfung in ihrer ganzen Entwicklung zu verfolgen, hat, da das magnetiſche Ungewitter wegen des Längen-Unterſchieds in Van Diemens Land auf einen Sonntag fiel, die Beobachtung deſſelben unterbrochen! (observ. p. XIV, 78, 85 und 87.)

[14] (S. 186.) Die im Text geſchilderte Anwendung der Magnet-Inclination zu Breiten-Beſtimmungen längs einer N—S laufenden Küſte, die wie die Küſte von Chili und Peru einen Theil des Jahres in Nebel (garua) gehüllt iſt, habe ich angegeben in Lamétherie's Journal de Physique T. LIX. 1804 p. 449. Dieſe Anwendung iſt in der bezeichneten Localität um ſo wichtiger, als, bei der heftigen Strömung von Süden nach Norden bis Cabo Pariña, es für die Schifffahrt ein großer Zeitverluſt iſt, wenn man ſich der Küſte erſt nördlich von dem geſuchten Hafen nähert. In der Südſee habe ich vom Hafen Callao de Lima bis Truxillo, bei einem Breiten-Unterſchiede von 3° 57′, eine Veränderung an der Magnet-Inclination von 9° Cent.; und von Callao bis Guayaquil, bei einem Breiten-Unterſchied von 9° 50′, eine Inclinations-Veränderung von 23°,05 gefunden (ſ. meine Relation historique T. III. p. 622). Von Guarmey (Br. 10° 4′ Süd), Huaura (Br. 11° 3′) bis Chancay (Br. 11° 32′) ſind die Neigungen 6°,80;

9°,00 und 10°,35 centeſ. Eintheilung. Die Ortsbeſtimmung mittelſt der magnetiſchen Inclination hat da, wo der Schiffscurs die iſokliniſchen Linien faſt ſenkrecht ſchneidet, das Merkwürdige, daß ſie die einzige iſt, welche jeder Zeitbeſtimmung, und alſo des Anblicks der Sonne und der anderen Geſtirne entbehren kann. Ich habe vor kurzem erſt aufgefunden, daß ſchon am Ende des 16ten Jahrhunderts, alſo kaum 20 Jahre nach der Erfindung des Inclinatoriums von Robert Norman, in dem großen Werke de Magnete von William Gilbert, Vorſchläge die Breite durch die Neigung der Magnetnadel zu beſtimmen gemacht worden ſind. Gilbert (Physiologia nova de Magnete lib. V. cap. 8 p. 200) rühmt die Methode als anwendbar „aëre caliginoso". Edward Wright, in der Vorrede, welche er dem großen Werke ſeines Lehrers beigefügt hat, nennt einen ſolchen Vorſchlag „vieles Goldes werth". Da er mit Gilbert irrigerweiſe annahm, daß die iſokliniſchen Linien mit den geographiſchen Parallelkreiſen, wie der magnetiſche Aequator mit dem geographiſchen, zuſammenfielen; ſo bemerkte er nicht, daß die erwähnte Methode eine locale und viel eingeſchränktere Anwendung hat.

15 (S. 186.) Gauß und Weber, Reſultate des magnetiſchen Vereins im J. 1838 § 31 S. 46.

16 (S. 186.) Nach Faraday's Behauptung (London and Edinburgh Philosophical Magazine Vol. VIII. 1836 p. 178) iſt dem reinen Kobalt der Magnetismus ganz abzuſprechen. Es iſt mir nicht unbekannt, daß andre berühmte Chemiker (Heinrich Roſe und Wöhler) dieſe Behauptung für nicht abſolut entſcheidend halten. Wenn von zwei mit Sorgfalt gereinigten Kobalt-Maſſen, welche man beide für nickelfrei hält, ſich die eine als ganz unmagnetiſch (im ruhenden Magnetismus) zeigt; ſo ſcheint mir der Verdacht, daß die andere ihre magnetiſche Eigenſchaft einem Mangel von Reinheit verdanke, doch wahrſcheinlich und für Faraday's Anſicht ſprechend.

17 (S. 186.) Arago in den Annales de Chimie T. XXXII. p. 214; Brewſter, treatise on Magnetism 1837 p. 111; Baumgartner in der Zeitſchrift für Phyſ. und Mathem. Bd. II. S. 419.

18 (S. 187.) Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. III. p. 36.

19 (S. 187.) Asie centrale T. I. Introduction

p. XXXVII—XLII. Die weſtlichen Völker, Griechen und Römer, wußten, daß Magnetismus dem Eiſen langdauernd mitgetheilt werden kann („sola haec materia ferri vires a magnete lapide accipit *retinetque longo tempore*“; Plin. XXXIV, 14). Die große Entdeckung der telluriſchen Richtkraft hing alſo allein davon ab, daß man im Occident nicht durch Zufall ein längliches Fragment Magnetſtein oder einen magnetiſirten Eiſenſtab, mittelſt Holz auf Waſſer ſchwimmend oder an einem Faden hangend, in freier Bewegung beobachtet hatte.

20 (S. 188.) Ein ſehr langſames ſeculares Fortſchreiten oder gar eine locale Unveränderlichkeit der Magnet-Declination hebt die Verwirrung auf, welche durch telluriſche Einwirkungen in der Quantität des räumlichen Bodenbeſitzes da entſteht, wo mit völliger Unbeachtung der Declinations-Correction das Grundeigenthum, zu ſehr verſchiedenen Zeitepochen, durch bloße Anwendung der Buſſole vermeſſen worden iſt. „The whole mass of West-India property“, ſagt Sir John Herſchel, „has been saved from the bottomless pit of endless litigation by the invariability of the magnetic declination in Jamaica and the surrounding archipelago during the whole of the last century, all surveys of property there having been conducted solely by the compass.“ Vergl. Robertſon in den Philos. Transact. for 1806 P. II. p. 348 on the permanency of the compass in Jamaica since 1660. In dem Mutterlande (England) hat ſich die Magnet-Declination in derſelben Zeit um volle 14° verändert.

21 (S. 188.) Ich habe an einem andern Orte gezeigt, daß man in den auf uns gekommenen Documenten über die Schifffahrten von Chriſtoph Columbus mit vieler Sicherheit drei Ortsbeſtimmungen der atlantiſchen Linie ohne Abweichung für den 13 September 1492, den 21 Mai 1496 und den 16 Auguſt 1498 erkennen kann. Die atlantiſche Curve ohne Abweichung war zu jenen Epochen NO—SW gerichtet. Sie berührte den ſüdamerikaniſchen Continent etwas öſtlich vom Cap Codera, während jetzt die Berührung an der Nordküſte von Braſilien beobachtet wird (Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 44—48). Aus Gilbert's Physiologia nova de Magnete ſieht man deutlich (und dieſe Thatſache iſt ſehr auffallend), daß im Jahr 1600 die Abweichung noch null in der Gegend der Azoren

war (lib. IV cap. 1): ganz wie zu Columbus Zeit. Ich glaube in meinem Examen critique (T. III. p. 54) aus Documenten erwieſen zu haben, daß die berühmte Demarcations-Linie, durch welche der Pabſt Alexander VI die weſtliche Hemiſphäre zwiſchen Portugal und Spanien theilte, darum nicht durch die weſtlichſte der Azoren gezogen wurde, weil Columbus eine phyſiſche Abtheilung in eine politiſche zu verwandeln wünſchte. Er legte nämlich eine große Wichtigkeit auf die Zone (raya): „auf welcher die Buſſole keine Variation mehr zeige; wo Luft und Meer, letzteres mit Tang wieſenartig bedeckt, ſich anders geſtalten; wo kühle Winde anfangen zu wehen, und (ſo lehrten es ihn irrige Beobachtungen des Polarſternes) die Geſtalt (Sphäricität) der Erde nicht mehr dieſelbe ſei."

22 (S. 189.) Es iſt eine Frage von dem höchſten Intereſſe für das Problem der phyſiſchen Urſachen des telluriſchen Magnetismus: ob die beiden ovalen, ſo wunderbar in ſich geſchloſſenen Syſteme iſogoniſcher Linien im Laufe der Jahrhunderte in dieſer geſchloſſenen Form fortrücken, oder ſich auflöſen und entfalten werden? In dem oſt-aſiatiſchen Knoten nimmt die Abweichung von außen nach innen zu, im Knoten oder Oval der Südſee findet das Entgegengeſetzte ſtatt; ja man kennt gegenwärtig in der ganzen Südſee, öſtlich vom Meridian von Kamtſchatka, keine Linie ohne Abweichung: keine, die unter 2° wäre (Erman in Poggend. Annalen Bd. XXI. S. 129). Doch ſcheint Cornelius Schouten am Oſtertage des Jahres 1616 etwas ſüdöſtlich von Nukahiva, bei 15° ſüdl. Breite und 132° weſtl. Länge, alſo mitten in dem jetzigen in ſich geſchloſſenen iſogoniſchen Syſteme, die Abweichung null gefunden zu haben (Hanſteen, Magnetismus der Erde 1819 S. 28). Man muß bei allen dieſen Betrachtungen nicht vergeſſen, daß wir die Richtung der magnetiſchen Linien in ihrem Fortſchreiten nur ſo verfolgen können, wie ſie auf der Erdoberfläche projicirt ſind.

23 (S. 190.) Arago im Annuaire du Bur. des Long. pour 1836 p. 284 und pour 1840 p. 330—338.

24 (S. 190.) Gauß, allg. Theorie des Erdmagnetismus § 31.

25 (S. 190.) Duperrey de la configuration de l'équateur magnétique in den Annales de Chemie T. XLV.

p. 371 und 379 (vergl. auch Morlet in den Mémoires présentés par divers savans à l'Acad. roy. des Sciences T. III. p. 132).

[26] (S. 191.) S. die merkwürdige Karte iſokliniſcher Linien im atlantiſchen Ocean für die Jahre 1825 und 1837 in Sabine's contributions to terrestrial Magnetism 1840 p. 139.

[27] (S. 192.) Humboldt über die seculäre Veränderung der magnetiſchen Inclination, in Poggend. Annalen Bd. XV. S. 322.

[28] (S. 193.) Gauß, Reſultate der Beob. des magn. Vereins im Jahr 1838 § 21; Sabine, report on the variations of the magnetic Intensity p. 63.

[29] (S. 193.) Folgendes iſt der hiſtoriſche Hergang der Auffindung des Geſetzes von der (im allgemeinen) mit der magnetiſchen Breite zunehmenden Intenſität der Kräfte. Als ich mich 1798 der Expedition des Capitän Baudin zu einer Erdumſeglung anſchließen wollte, wurde ich von Borda, der einen warmen Antheil an der Ausführung meiner Entwürfe nahm, aufgefordert, unter verſchiedenen Breiten in beiden Hemiſphären eine ſenkrechte Nadel im magnetiſchen Meridian ſchwingen zu laſſen: um zu ergründen, ob die Intenſität der Kräfte dieſelbe oder verſchieden ſei. Auf meiner Reiſe nach den amerikaniſchen Tropenländern machte ich dieſe Unterſuchung zu einer der Hauptaufgaben meiner Unternehmung. Ich beobachtete, daß dieſelbe Nadel, welche in 10 Minuten zu Paris 245, in der Havana 246, in Mexico 242 Schwingungen vollbrachte: innerhalb derſelben Zeit zu San Carlos del Rio Negro (Breite 1° 53′ N., Länge 80° 40′ W.) 216; auf dem magnetiſchen Aequator: d. i. der Linie, auf der die Neigung = 0 iſt, in Peru (Br. 7° 1′ Süd, Länge 80° 54′ W.) nur 211, in Lima (Br. 12° 2′ S.) wieder 219 Schwingungen zeigte. Ich fand alſo in den Jahren 1799 bis 1803, daß die Totalkraft, wenn man dieſelbe auf dem magnetiſchen Aequator in der peruaniſchen Andeskette zwiſchen Micuipampa und Caxamarca = 1,0000 ſetzt, in Paris durch 1,3482; in Mexico durch 1,3155; in San Carlos del Rio Negro durch 1,0480; in Lima durch 1,0773 ausgedrückt werde. Als ich in der Sitzung des Pariſer Inſtituts am 26 Frimaire des Jahres XIII in einer Abhandlung, deren mathematiſcher Theil Herrn Biot zugehört, dies Geſetz der veränderlichen Intenſität der telluriſchen Magnetkraft

entwickelte und durch den numeriſchen Werth der Beobachtungen in 104 verſchiedenen Punkten erwies, wurde die Thatſache als vollkommen neu betrachtet. Erſt nach der Leſung dieſer Abhandlung, wie Biot in derſelben (Lamétherie, Journal de Physique T. LIX. p. 446 note 2) ſehr beſtimmt ſagt und ich in der Relation hist. T. I. p. 262 note 1 wiederholt habe, theilte Herr de Roſſel ſeine ſechs früheren, ſchon 1791—1794 auf Van Diemens Land, Java und Amboina gemachten Schwingungs-Beobachtungen an Biot mit. Aus denſelben ergab ſich ebenfalls das Geſetz abnehmender Kraft im indiſchen Archipelagus. Es iſt faſt zu vermuthen, daß dieſer vortreffliche Mann, in ſeiner eigenen Arbeit, die Regelmäßigkeit der Zu- und Abnahme der Intenſität nicht erkannt hatte: da er von dieſem, gewiß nicht unwichtigen, phyſiſchen Geſetze vor der Leſung meiner Abhandlung unſern gemeinſchaftlichen Freunden Laplace, Delambre, Prony und Biot nie etwas geſagt hatte. Erſt im Jahr 1808, vier Jahre nach meiner Rückkunft aus Amerika, erſchienen die von ihm angeſtellten Beobachtungen im Voyage d'Entrecasteaux T. II. p. 287, 291, 321, 480 und 644. Bis heute hat man die Gewohnheit beibehalten, in allen magnetiſchen Intenſitäts-Tafeln, welche in Deutſchland (Hanſteen, Magnet. der Erde 1819 S. 71; Gauß, Beob. des magnet. Vereins 1838 S. 36—39; Erman, phyſikal. Beob. 1841 S. 529—579), in England (Sabine, report on magnet. Intensity 1838 p. 43—62, contributions to terrestrial Magnetism 1843) und in Frankreich (Becquerel, traité d'Électr. et de Magnét. T. VII. p. 354—367) erſchienen ſind, die irgend wo auf dem Erdkörper beobachteten Schwingungen auf das Maaß der Kraft zu reduciren, welches ich auf dem magnetiſchen Aequator im nördlichen Peru gefunden habe: ſo daß bei dieſer willkührlich angenommenen Einheit die Intenſität der magnetiſchen Kraft zu Paris 1,348 geſetzt wird. Noch älter aber als des Admirals Roſſel Beobachtungen ſind die, welche auf der unglücklichen Expedition von la Pérouſe, von dem Aufenthalt in Teneriffa (1785) an bis zur Ankunft in Macao (1787), durch Lamanon angeſtellt und an die Akademie der Wiſſenſchaften geſchickt wurden. Man weiß beſtimmt (Becquerel T. VII. p. 320), daß ſie ſchon im Julius 1787 in den Händen Condorcet's waren; ſie ſind aber trotz aller Bemühungen bis jetzt nicht wieder

aufgefunden worden. Von einem ſehr wichtigen Briefe Lamanon's an den damaligen perpetuirlichen Secretär der Akademie, den man vergeſſen in dem Voyage de la Pérouse abzudrucken, beſitzt der Capitän Duperrey eine Abſchrift. Es heißt darin ausdrücklich: „que la force attractive de l'aimant est moindre dans les tropiques qu'en avançant vers les pôles, et que l'intensité magnétique déduite du nombre des oscillations de l'aiguille de la boussole d'inclinaison change et augmente avec la latitude." Hätte die Akademie der Wiſſenſchaften vor der damals gehofften Rückkunft des unglücklichen la Pérouſe ſich berechtigt geglaubt, im Lauf des Jahres 1787 eine Wahrheit zu publiciren, welche nach einander von drei Reiſenden, deren keiner den anderen kannte, aufgefunden ward; ſo wäre die Theorie des telluriſchen Magnetismus 18 Jahre früher durch die Kenntniß einer neuen Claſſe von Erſcheinungen erweitert worden. Dieſe einfache Erzählung der Thatſachen kann vielleicht eine Behauptung rechtfertigen, welche der dritte Band meiner Relation historique (p. 615) enthält: „Les observations sur les variations du magnétisme terrestre auxquelles je me suis livré pendant 32 ans, au moyen d'instrumens comparables entre eux, en Amérique, en Europe et en Asie; embrassent, dans les deux hémisphères, depuis les frontières de la Dzoungarie chinoise jusque vers l'ouest à la Mer du Sud, qui baigne les côtes du Mexique et du Pérou, un espace de 188° de longitude, depuis les 60° de latitude nord jusqu' aux 12° de latitude sud. J'ai regardé la loi du décroissement des forces magnétiques, du pôle à l'équateur, comme le résultat le plus important de mon voyage américain." Es iſt nicht gewiß, aber ſehr wahrſcheinlich, daß Condorcet den Brief Lamanon's vom Julius 1787 in einer Sitzung der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris vorgeleſen hat; und eine ſolche bloße Vorleſung halte ich für eine vollgültige Art der Publication (Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 463). Die erſte Erkennung des Geſetzes gehört daher unſtreitig dem Begleiter la Pérouſe's an; aber, lange unbeachtet oder vergeſſen, hat, wie ich glauben darf, die Kenntniß des Geſetzes der mit der Breite veränderlichen Intenſität der magnetiſchen Erdkraft erſt in der Wiſſenſchaft Leben gewonnen durch die Veröffentlichung meiner Beobachtungen von 1798 bis 1804. Der Gegenſtand und die Länge dieſer Note wird

denen nicht auffallend ſein, welche mit der neueren Geſchichte des Magnetismus und dem durch dieſelbe angeregten Zweifel vertraut ſind; auch aus eigener Erfahrung wiſſen, daß man einigen Werth auf das legt, womit man ſich fünf Jahre lang ununterbrochen unter den Beſchwerden des Tropenklima's und gewagter Gebirgsreiſen beſchäftigt hat.

30 (S. 194.) Das Maximum der Intenſität der ganzen Erdoberfläche iſt nach den bisher geſammelten Beobachtungen 2,052, das Minimum 0,706. Beide Erſcheinungen gehören der ſüdlichen Hemiſphäre an: die erſte der Br. 73° 47′ S. und Länge 169° 30′ O.: nahe bei Mount Crozier, in WNW des ſüdlichen Magnetpols: an einem Punkte, wo Capitän James Roß die Inclination der Nadel 87° 11′ fand (Sabine, contributions to terrestrial Magnetism 1843 No. 5 p. 231); die zweite, von Erman beobachtete, unter Br. 19° 59′ S. und Länge 37° 24′ W., an 80 Meilen öſtlich von der braſilianiſchen Küſte der Provinz Espiritu Santo (Erman, phyſ. Beob. 1841 S. 570): an einem Punkte, wo die Inclination nur 7° 55′ iſt. Das genaue Verhältniß der Intenſitäten iſt alſo wie 1 zu 2,906. Man hatte lange geglaubt, die ſtärkſte Intenſität der magnetiſchen Erdkraft ſei nur zwei- und ein halbmal ſo groß als die ſchwächſte, welche die Oberfläche unſers Planeten zeigt (Sabine, report on magn. Intensity p. 82).

31 (S. 194.) Vom Bernſtein (succinum, glessum) ſagt Plinius XXXVII, 3: „Genera ejus plura. Attritu digitorum accepta caloris anima trahunt in se paleas ac folia arida quae levia sunt, ac ut magnes lapis ferri ramenta quoque." (Plato in Timaeo p. 80; Martin, études sur le Timée T. II. p. 343—346; Strabo XV p. 703 Caſaub.; Clemens Alex. Strom. II p. 370: wo ſonderbar genug τὸ σούχιον und τὸ ἤλεκτρον unterſchieden werden.) Wenn Thales in Ariſtot. de Anima I, 2 und Hippias in Diog. Laertio I, 24 dem Magnet und dem Bernſtein eine Seele zuſchreiben, ſo deutet dieſe Beſeelung nur auf ein bewegendes Princip.

32 (S. 194.) „Der Magnet zieht das Eiſen, wie der Bernſtein die kleinſten Senfkörner, an. Es iſt wie ein Windeshauch, der beide geheimnißvoll durchwehet und pfeilſchnell ſich mittheilt." Dieſe Worte gehören dem Kuopho, einem chineſiſchen Lobredner des Magnets, Schriftſteller aus dem Anfang des 4ten Jahrhunderts (Klaproth, Lettre à M. A. de Humboldt, sur l'invention de la Boussole, 1834 p. 125).

[33] (S. 195.) „The phenomena of periodical variations depend manifestly on the action of solar heat, operating probably through the medium of thermoelectric currents induced on the earth's surface. Beyond this rude guess however, nothing is as yet known of the physical cause. It is even still a matter of speculation, whether the solar influence be a principal, or only a subordinate cause in the phenomena of terrestrial magnetism.“ (Observ. to be made in the Antarctic Exped. 1840 p. 35.)

[34] (S. 196.) Barlow in den Philos. Transact. for 1822 P. I. p. 117; Sir David Brewſter, treatise on Magnetism p. 129. Lange vor Gilbert und Hooke ward ſchon in dem chineſiſchen Werke Ou-thsa-tsou gelehrt, daß die Hitze die Richtkraft der Magnetnadel vermindere (Klaproth, Lettre à M. A. de Humboldt, sur l'invention de la Boussole p. 96).

[35] (S. 197.) S. die Abhandlung on Terrestrial Magnetism im Quart. Review Vol. LXVI. 1840 p. 271—312.

[36] (S. 197.) Als die erſte Aufforderung zur Errichtung dieſer Warten (eines Netzes von Stationen, die mit gleichartigen Inſtrumenten verſehen ſind) von mir ausging, durfte ich nicht die Hoffnung hegen, daß ich ſelbſt noch die Zeit erleben würde, wo durch die vereinte Thätigkeit trefflicher Phyſiker und Aſtronomen, hauptſächlich aber durch die großartige und ausdauernde Unterſtützung zweier Regierungen, der ruſſiſchen und großbritanniſchen, beide Hemiſphären mit magnetiſchen Häuſern gleichſam bedeckt ſein würden. Ich hatte in den Jahren 1806 und 1807 zu Berlin mit meinem Freunde und Mitarbeiter, Herrn Oltmanns, beſonders zur Zeit der Solſtitien und Aequinoctien, 5—6 Tage und eben ſo viel Nächte ununterbrochen von Stunde zu Stunde, oft von halber zu halber Stunde, den Gang der Nadel beobachtet. Ich hatte mich überzeugt, daß fortlaufende, ununterbrochene Beobachtungen (observatio perpetua) von mehreren Tagen und Nächten den vereinzelten Beobachtungen vieler Monate vorzuziehen ſeien. Der Apparat: ein Prony'ſches magnetiſches Fernrohr, in einem Glaskaſten an einem Faden ohne Torſion aufgehangen, gab an einem fern aufgeſtellten, fein getheilten, bei Nacht durch Lampen erleuchteten Signale Winkel von 7 bis 8 Secunden. Magnetiſche Perturbationen (Unge-

witter), die bisweilen in mehreren auf einander folgenden Nächten zu denſelben Stunden wiederkehrten, ließen mich ſchon damals den lebhaften Wunſch äußern, ähnliche Apparate in Weſten und Oſten von Berlin benutzt zu ſehen, um allgemeine telluriſche Phänomene von dem zu unterſcheiden, was localen Störungen im Innern des ungleich erwärmten Erdkörpers oder in der wolkenbildenden Atmoſphäre zugehört. Meine Abreiſe nach Paris und die lange politiſche Unruhe im ganzen weſtlichen Europa hinderten damals die Erfüllung jenes Wunſches. Das Licht, welches (1820) die große Entdeckung Oerſted's über den inneren Zuſammenhang der Electricität und des Magnetismus verbreitete, erweckte endlich, nach langem Schlummer, ein allgemeines Intereſſe für den periodiſchen Wechſel der electro-magnetiſchen Ladung des Erdkörpers. Arago, der mehrere Jahre früher auf der Sternwarte zu Paris, mit einem neuen vortrefflichen Gambey'ſchen Declinations-Inſtrumente, die längſte ununterbrochene Reihe ſtündlicher Beobachtungen begonnen hatte, welche wir in Europa beſitzen; zeigte durch Vergleichung mit gleichzeitigen Perturbations-Beobachtungen in Kaſan, welchen Gewinn man aus correſpondirenden Meſſungen der Abweichung ziehen könne. Als ich nach einem 18jährigen Aufenthalte in Frankreich nach Berlin zurückkehrte, ließ ich im Herbſt 1828 ein kleines magnetiſches Haus aufführen: nicht bloß, um die 1806 begonnene Arbeit fortzuſetzen; ſondern hauptſächlich, damit zu verabredeten Stunden gleichzeitig in Berlin, Paris und Freiberg (in einer Teufe von 35 Lachtern unter Tage) beobachtet werden könne. Die Gleichzeitigkeit der Perturbationen und der Parallelismus der Bewegungen für October und December 1829 wurde damals ſchon graphiſch dargeſtellt (Poggend. Annalen Bd. XIX. S. 357 Tafel I—III). Eine auf Befehl des Kaiſers von Rußland im Jahre 1829 unternommene Expedition im nördlichen Aſien gab mir bald Gelegenheit meinen Plan in einem größeren Maaßſtabe auszudehnen. Es wurde dieſer Plan in einer von der kaiſerlichen Akademie der Wiſſenſchaften speciell ernannten Commiſſion entwickelt; und unter dem Schutze des Chefs des Bergcorps, Grafen von Cancrin, und der vortrefflichen Leitung des Prof. Kupffer kamen magnetiſche Stationen von Nicolajeff an durch das ganze nördliche Aſien über Catharinenburg, Barnaul und Nertſchinſk bis Peking zu Stande. Das Jahr 1832 (Göttingiſche gelehrte Anzeigen

St. 206, S. 2049—58) bezeichnet die große Epoche, in welcher der tiefſinnige Gründer einer allgemeinen Theorie des Erd-Magnetismus, Friedrich Gauß, auf der Göttinger Sternwarte die nach neuen Principien conſtruirten Apparate aufſtellte. Das magnetiſche Obſervatorium war 1834 vollendet; und in demſelben Jahre (Reſultate der Beob. des magnetiſchen Vereins im Jahr 1838 S. 135 und Poggend. Annalen Bd. XXXIII. S. 426) verbreitete Gauß ſeine Inſtrumente und Beobachtungs-Methode, an denen der ſinnreiche Phyſiker Wilhelm Weber den lebhafteſten Antheil nahm, über einen großen Theil von Deutſchland, Schweden und ganz Italien. In dieſem nun von Göttingen wie von einem Centrum ausgehenden magnetiſchen Vereine wurden ſeit 1836 vier Jahrestermine von 24ſtündiger Dauer feſtgeſetzt, welche mit denen der Aequinoctien und Solſtitien, die ich befolgt und 1830 vorgeſchlagen hatte, nicht übereinſtimmten. Bis dahin hatte Großbritannien, im Beſitz des größten Welthandels und der ausgedehnteſten Schifffahrt, keinen Theil an der Bewegung genommen, welche ſeit 1828 wichtige Reſultate für die ernſtere Ergründung des telluriſchen Magnetismus zu verheißen anfing. Ich war ſo glücklich, durch eine öffentliche Aufforderung, die ich von Berlin aus unmittelbar an den damaligen Präſidenten der Königl. Societät zu London, den Herzog von Suſſex, im April 1836 richtete (Lettre de Mr. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du magnétisme terrestre par l'établissement de stations magnétiques et d'observations correspondantes), ein wohlwollendes Intereſſe für ein Unternehmen zu erregen, deſſen Erweiterung längſt das Ziel meiner heißeſten Wünſche war. Ich drang in dem Briefe an den Herzog von Suſſex auf permanente Stationen in Canada, auf St. Helena, dem Vorgebirge der guten Hoffnung, Isle de France, Ceylon und Neu-Holland: welche ich ſchon fünf Jahre früher als vortheilhaft bezeichnet hatte. Es wurde in dem Schooße der Royal Society ein joint Physical and Meteorological Committee ernannt, welches der Regierung neben den fixed magnetic Observatories in beiden Hemiſphären ein equipment of a naval Expedition for magnetic observations in the Antarctic Seas vorſchlug. Was die Wiſſenſchaft in dieſer Angelegenheit der großen Thätigkeit von Sir John Herſchel, Sabine, Airy und Lloyd:

wie der mächtigen Unterſtützung der 1838 zu Newcaſtle verſammelten British Association for the advancement of Science verdankt; brauche ich hier nicht zu entwickeln. Im Junius 1839 wurde die magnetiſche antarctiſche Expedition unter dem Befehle des Capitäns James Clark Roß beſchloſſen; und jetzt, da ſie ruhmvoll zurückgekehrt iſt, genießen wir zwiefache Früchte: die der wichtigſten geographiſchen Entdeckungen am Südpole, und die gleichzeitiger Beobachtungen in 8 bis 10 magnetiſchen Stationen.

37 (S. 198.) Ampère, ſtatt die innere Erdwärme einem Uebergange der Stoffe aus dem dunſtartig-flüſſigen in den ſtarren Zuſtand bei Bildung des Planeten zuzuſchreiben, hing der, mir ſehr unwahrſcheinlichen Meinung an, die Erdwärme ſei Folge der fortdauernden chemiſchen Wirkung eines Kernes von Erd- und alkaliſchen Metallen gegen die ſich oxydirende äußere Rinde. „On ne peut douter“, ſagt er in der meiſterhaften théorie des phénomènes électro-dynamiques (1826 p. 199), „qu'il existe dans l'intérieur du Globe des courants électro-magnétiques et que ces courants sont la cause de la chaleur qui lui est propre. Ils naissent d'un noyau métallique central, composé des métaux que Sir Humphry Davy nous a fait connaître, agissant sur la couche oxidée qui entoure le noyau.“

38 (S. 198.) Der denkwürdige Zuſammenhang zwiſchen der Krümmung der magnetiſchen Linien und der Krümmung meiner Iſothermen iſt zuerſt von Sir David Brewſter aufgefunden worden; ſ. Transactions of the Royal Society of Edinburgh Vol. IX. 1821 p. 318 und treatise on Magnetism 1837 p. 42, 44, 47 und 268. Dieſer berühmte Phyſiker nimmt in der nördlichen Erdhälfte zwei Kältepole (poles of maximum cold) an: einen amerikaniſchen (Br. 73°, Länge 102° Weſt, nahe bei Cap Walker) und einen aſiatiſchen (Br. 73°; Länge 78° Oſt); daraus entſtehen nach ihm zwei Wärme- und zwei Kälte-Meridiane, d. h. Meridiane der größten Wärme und Kälte. Schon im 16ten Jahrhunderte lehrte Acoſta (Historia natural de las Indias 1589 lib. I cap. 17), indem er ſich auf die Beobachtungen eines vielerfahrnen portugieſiſchen Piloten gründete, daß es vier Linien ohne Abweichung gebe. Dieſe Anſicht ſcheint durch die Streitigkeiten des Henry Bond (Verfaſſers der Longitude found 1676) mit Beckborrow auf Halley's Theorie der vier Magnetpole einigen

Einfluß gehabt zu haben. S. mein Examen critique de l'hist. de la Géographie T. III. p. 60.

[39] (S. 198.) Halley in den Philosophical Transactions Vol. XXIX. (for 1714—1716) No. 341.

[40] (S. 198.) Dove in Poggendorff's Annalen Bd. XX. S. 341, Bd. XIX. S. 388: „Die Declinationsnadel verhält ſich ungefähr wie ein atmoſphäriſches Electrometer: deſſen Divergenz ebenfalls die geſteigerte Spannung der Electricität erzeugt, ehe dieſe ſo groß geworden iſt, daß der Funken (Blitz) überſchlagen kann." Vergl. auch die ſcharfſinnigen Betrachtungen des Prof. Kämtz in ſeinem Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. S. 511—519; Sir David Brewſter, treatise on Magnetism p. 280. Ueber die magnetiſchen Eigenſchaften des galvaniſchen Flammen- oder Lichtbogens an einer Bunſen'ſchen Kohlenzinkbatterie ſ. Caſſelmann's Beob. (Marburg 1844) S. 56—62.

[41] (S. 199.) Argelander in dem wichtigen Aufſatze über das Nordlicht, welchen er den Vorträgen, gehalten in der phyſikaliſch-ökonomiſchen Geſellſchaft zu Königsberg, Bd. I. 1834 S. 257—264 einverleibt hat.

[42] (S. 200.) Ueber die Reſultate der Beobachtungen von Lottin, Bravais und Siljerſtröm, welche einen Winter in Boſekop an der lapländiſchen Küſte (Br. 70°) zugebracht und in 210 Nächten 160 Nordlichter geſehen haben, ſ. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. X. 1840 p. 289 und Martins, Météorologie 1843 p. 453. Vergl. auch Argelander in den Vorträgen, geh. in der Königsberg. Geſellſchaft, Bd. I. S. 259.

[43] (S. 202.) John Franklin, narrative of a Journey to the shores of the Polar Sea in the years 1819—1822 p. 552 und 597; Thienemann im Edinburgh Philos. Journal Vol. XX. p. 366; Farquharſon a. a. O. Vol. VI. p. 392; Wrangel, phyſ. Beob. S. 59. Parry ſah ſelbſt den großen Nordlichtbogen bei Tage ſtehen bleiben; Journal of a second Voyage, performed in 1821—1823, p. 156. Etwas ähnliches war am 9 Sept. 1827 in England bemerkt worden. Man unterſchied am hellen Mittag einen 20° hohen Lichtbogen und leuchtende, aus ihm aufſteigende Säulen in einem, nach vorhergegangenem Regen klar gewordenen Theile des Himmels. Journal of the Royal Institution of Gr. Britain 1828 Jan. p. 429.

[44] (S. 202.) Ich habe nach der Rückkunft von meiner amerikaniſchen Reiſe die aus zarten, wie durch die Wirkung abſtoßender Kräfte ſehr gleichmäßig unterbrochenen Wolken=Häufchen (cirrocumulus) als Polarſtreifen (bandes polaires) beſchrieben, weil ihre perſpectiviſchen Convergenz=Punkte meiſt anfangs in den Magnetpolen liegen, ſo daß die parallelen Reihen der Schäfchen dem magnetiſchen Meridiane folgen. Eine Eigenthümlichkeit dieſes räthſelhaften Phänomens iſt das Hin= und Herſchwanken, oder zu anderer Zeit das allmälige regelmäßige Fortſchreiten des Convergenz=Punktes. Gewöhnlich ſind die Streifen nur nach Einer Weltgegend ganz ausgebildet; und in der Bewegung ſieht man ſie, erſt von S nach N, und allmälig von O nach W gerichtet. Veränderten Luftſtrömen in der oberſten Region der Atmoſphäre möchte ich das Fortſchreiten der Zonen nicht zuſchreiben. Sie entſtehen bei ſehr ruhiger Luft und großer Heiterkeit des Himmels, und ſind unter den Tropen viel häufiger als in der gemäßigten und kalten Zone. Ich habe das Phänomen in der Andeskette faſt unter dem Aequator in 14000 Fuß Höhe, wie im nördlichen Aſien in den Ebenen zu Krasnojarſki, ſüdlich von Buchtarminſk, ſich ſo auffallend gleich entwickeln ſehen, daß man es als einen weitverbreiteten, von allgemeinen Naturkräften abhängigen Proceß zu betrachten hat. S. die wichtigen Bemerkungen von Kämtz (Vorleſungen über Meteorologie 1840 S. 146), wie die neueren von Martins und Bravais (Météorologie 1843 p. 117). Bei Süd=Polarbanden, aus ſehr leichtem Gewölk zuſammengeſetzt, welche Arago bei Tage den 23 Juni 1844 zu Paris bemerkte, ſchoſſen aus einem, von Oſten gegen Weſten gerichteten Bogen dunkle Strahlen aufwärts. Wir haben ſchon oben (S. 156) bei nächtlich leuchtenden Nord=Polarlichtern ſchwarzer, einem dunkeln Rauch ähnlicher Strahlen erwähnt.

[45] (S. 203.) Das Nordlicht heißt auf den Shetland=Inſeln the merry dancers; Kendal im quarterly Journal of Science, new Series Vol. IV. p. 395.

[46] (S. 203.) Siehe die vortreffliche Arbeit von Muncke in der neuen Ausgabe von Gehler's phyſik. Wörterbuch Bd. VII. Abth. 1. S. 113–268, beſonders S. 158.

[47] (S. 204.) Farquharſon im Edinb. Philos. Journal Vol. XVI. p. 304; Philos. Transact. for 1829 p. 113.

[48] (S. 206.) Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. S. 498 und 501.

[49] (S. 207.) Arago über die trocknen Nebel von 1783 und 1831, welche die Nacht erleuchteten, im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1832 p. 246 und 250; und über ſonderbare Lichterſcheinungen in Wolken ohne Gewitter ſ. notices sur le Tonnerre im Annuaire pour l'an 1838 p. 279—285.

[50] (S. 211.) Herod. IV, 28. Gegen das alte Vorurtheil (Plin. II, 80), daß Aegypten frei von Erdbeben ſei, ſpricht ſchon der eine wiederhergeſtellte Coloß des Memnon (Letronne, la statue vocale de Memnon 1833 p. 25—26); aber freilich liegt das Nilthal außerhalb des Erſchütterungskreiſes von Byzanz, dem Archipel und Syrien (Ideler ad Aristot. Meteor. p. 584).

[51] (S. 211.) Saint-Martin in den gelehrten Noten zu Lebeau, hist. du Bas Empire T. IX. p. 401.

[52] (S. 211.) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 110—118. Ueber den Unterſchied der Erſchütterung der Oberfläche und der darunter liegenden Erdſchichten ſ. Gay-Luſſac in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. p. 429.

[53] (S. 212.) „Tutissimum est cum vibrat crispante aedificiorum crepitu; et cum intumescit assurgens alternoque motu residet, innoxium et cum concurrentia tecta contrario ictu arietant; quoniam alter motus alteri renititur. Undantis inclinatio et fluctus more quaedam volutatio infesta est, aut cum in unam partem totus se motus impellit." Plin. II, 82.

[54] (S. 213.) Selbſt in Italien hat man angefangen die Unabhängigkeit der Erdſtöße von den Witterungs-Verhältniſſen, d. h. von dem Anblick des Himmels unmittelbar vor der Erſchütterung, einzuſehen. Friedrich Hoffmann's numeriſche Angaben ſtimmen ganz mit den Erfahrungen des Abbate Scina von Palermo überein; ſ. des Erſteren hinterlaſſene Werke Bd. II. S. 366—375. Röthliche Nebel am Tage des Erdbebens, kurz vor demſelben, habe ich einige Male ſelbſt beobachtet; ja am 4 Nov. 1799 habe ich zwei heftige Erdſtöße in dem Augenblicke eines ſtarken Donnerſchlages erlebt (Relation hist. liv. IV chap. 10); der Turiner Phyſiker Vaſalli Eandi hat bei den langdauernden Erdbeben von Pignerol (vom 2 April bis 17 Mai 1808) Volta's Electrometer heftig bewegt geſehen (Journal de Phys. T. LXVII. p. 291). Aber dieſe

Zeichen des Nebels, der veränderten Luft-Electricität, der Windſtille dürfen nicht als allgemein bedeutſam, als mit der Erſchütterung nothwendig zuſammenhangend betrachtet werden: da man in Quito, Peru und Chili, wie in Canada und Italien ſo viele Erdbeben bei dem reinſten, völlig dunſtfreien Himmel, bei dem friſcheſten Land- und Seewinde beobachtet hat. Wenn aber auch an dem Tage des Erdbebens ſelbſt oder einige Tage vorher kein meteorologiſches Zeichen die Erſchütterung verkündigt; ſo iſt doch der Einfluß der Jahreszeiten (der Frühjahrs- und Herbſt-Aequinoctien), des Eintritts der Regenzeit nach langer Dürre unter den Tropen, und des Wechſels der Mouſſons, für die der allgemeine Volksglaube ſpricht, nicht darum ganz wegzuläugnen, weil uns bis jetzt der genetiſche Zuſammenhang meteorologiſcher Proceſſe mit dem, was in dem Innern der Erdrinde vorgeht, wenig klar iſt. Numeriſche Unterſuchungen über die Vertheilung der Erdbeben unter die verſchiedenen Jahreszeiten: wie ſie von Herrn von Hoff, Peter Merian und Friedrich Hoffmann mit vielem Fleiße angeſtellt worden ſind, ſprechen für die Epochen der Tag- und Nachtgleichen. — Auffallend iſt es, wie Plinius am Ende ſeiner phantaſtiſchen Erdbeben-Theorie die ganze furchtbare Erſcheinung ein unterirdiſches Gewitter nennt: nicht ſowohl wegen des rollenden Getöſes, welches die Erdſtöße ſo oft begleitet; ſondern weil die elaſtiſchen, durch Spannung erſchütternden Kräfte ſich in inneren Erdräumen anhäufen, wenn ſie in dem Luftkreiſe fehlen! „Ventos in causa esse non dubium reor. Neque enim unquam intremiscunt terrae, nisi sopito mari caeloque adeo tranquillo, ut volatus avium non pendeant, subtracto omni spiritu qui vehit; nec unquam nisi post ventos conditos, scilicet in venas et cavernas ejus occulto afflatu. Neque aliud est in terra tremor, quam in nube tonitruum; nec hiatus aliud quam cum fulmen erumpit, incluso spiritu luctante et ad libertatem exire nitente.“ (Plin. II, 79.) In Seneca (Nat. Quaest. VI, 4—31) liegt übrigens ziemlich vollſtändig der Keim von allem, was man bis zur neueſten Zeit über die Urſachen der Erdbeben beobachtet und gefabelt hat.

55 (S. 213.) Beweiſe, daß der Gang der ſtündlichen Barometer-Veränderungen vor und nach den Erdſtößen nicht geſtört werde, habe ich gegeben in Relat. hist. T. I. p. 311 und 513.

56 (S. 213.) Humboldt, Rel. hist. T. I. p. 515—517.

[57] (S. 216.) Ueber die bramidos von Guanaxuato ſ. mein Essai polit. sur la Nouv. Espagne T. I. p. 303. Das unterirdiſche Getöſe, ohne alle bemerkbare Erſchütterung in den tiefen Bergwerken und an der Oberfläche (die Stadt Guanaxuato liegt 6420 Fuß über dem Meere), wurde nicht in der nahen Hochebene, ſondern bloß in dem gebirgigen Theile der Sierra, von der Cueſta de los Aguilares unweit Marfil bis nördlich von S. Roſa gehört. Nach einzelnen Gegenden der Sierra, 6—7 Meilen nordweſtlich von Guanaxuato, jenſeits Chichimequillo bei der ſiedenden Quelle von San Joſé de Comangillas, gelangten die Schallwellen nicht. Wunderbar gewaltſame Maaßregeln wurden vom Magiſtrat der großen Bergſtadt ſchon den 14 Januar (1784), als der Schrecken über den unterirdiſchen Donner am größten war, angeordnet. „Jede Flucht einer Familie ſollte bei Reichen mit 1000 Piaſtern, bei Armen mit 2 Monat Gefängniß beſtraft werden. Die Miliz ſollte die Fliehenden zurückholen.“ Am denkwürdigſten iſt die Meinung, welche die Obrigkeit (el Cabildo) von ihrem Beſſer-Wiſſen hegte. Ich finde in einer der Proclamas den Ausdruck: „die Obrigkeit würde in ihrer Weisheit (en su Sabiduria) ſchon erkennen, wenn wirkliche Gefahr vorhanden ſei, und dann zur Flucht mahnen; für jetzt ſeien nur Proceſſionen abzuhalten.“ Es entſtand Hungersnoth, da aus Furcht vor den truenos keine Zufuhr aus der kornreichen Hochebene kam. — Auch die Alten kannten ſchon Getöſe ohne Erdſtöße; Ariſtot. Meteor. II p. 802, Plin. II, 80. Das ſonderbare Getöſe, welches vom März 1822 bis September 1824 auf der dalmatiſchen Inſel Meleda (4 Meilen von Raguſa) vernommen wurde und über welches Partſch viel Licht verbreitet hat, war doch bisweilen von Erdſtößen begleitet.

[58] (S. 218.) Drake, nat. and statist. view of Cincinnati p. 232—238; Mitchell in den Transactions of the Litt. and Philos. Soc. of New-York Vol. I. p. 281—308. In der piemonteſiſchen Grafſchaft Pignerol blieben Waſſergläſer, die man bis zum Ueberlaufen angefüllt hatte, ſtundenlang in ununterbrochener Bewegung.

[59] (S. 219.) Im Spaniſchen ſagt man: rocas que hacen puente. Mit dieſem Phänomen der Nicht-Fortpflanzung durch obere Schichten hängt die merkwürdige Erfahrung zuſammen, daß im

Anfang dieſes Jahrhunderts in den tiefen Silberbergwerken zu Marienberg im ſächſiſchen Erzgebirge Erdſtöße gefühlt wurden, die man auf der Oberfläche ſchlechterdings nicht ſpürte. Die Bergleute fuhren erſchrocken aus. Umgekehrt bemerkten (Nov. 1823) die in den Gruben von Falun und Persberg arbeitenden Bergleute nichts von den heftigen Erſchütterungen, welche über Tage alle Einwohner in Schrecken ſetzten.

60 (S. 220.) Sir Alex. Burnes, Travels into Bokhara Vol. I. p. 18; und Wathen, mem. on the Usbek state im Journal of the Asiatic Soc. of Bengal Vol. III. p. 337.

61 (S. 221.) Philos. Transact. Vol. XLIX. p. 414.

62 (S. 222.) Ueber die Frequenz der Erdſtöße in Kaſchmir ſ. Troyer's Ueberſetzung des alten Radjatarangini Vol. II. p. 297 und Reiſen von Carl v. Hügel Bd. II. S. 184.

63 (S. 223.) Strabo lib. I p. 100 Caſaub. Daß der Ausdruck πηλοῦ διαπύρου ποταμόν nicht Koth (Schlamm-Auswurf), ſondern Lava andeutet, erhellt deutlich aus Strabo lib. VI p. 412. Vergl. Walter über Abnahme der vulkaniſchen Thätigkeit in hiſtoriſchen Zeiten 1844 S. 25.

64 (S. 225.) Biſchof's gehaltvolle Schrift: die Wärmelehre des Innern unſers Erdkörpers 1837.

65 (S. 225.) Ueber die arteſiſchen Feuerbrunnen (Ho-tſing) in China und den alten Gebrauch von tragbarem Gas (in Bambusröhren) bei der Stadt Khiung-tſcheu ſ. Klaproth in meiner Asie centrale T. II. p. 519—530.

66 (S. 226.) Bouſſingault (Annales de Chimie T. LII. p. 181) bemerkte in den Vulkanen von Neu-Granada gar keine Ausſtrömung von Hydrochlor-Säure, während daß Monticelli in der Eruption von 1813 am Veſuv ſie in ungeheurer Menge fand.

67 (S. 226.) Humboldt, Recueil d'Observ. astronomiques Vol. I. p. 311 (Nivellement barométrique de la Cordillère des Andes No. 206).

68 (S. 226.) Adolph Brongniart in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 225.

69 (S. 227.) Biſchof a. a. O. S. 324 Anm. 2.

70 (S. 228.) Humboldt, Asie centr. T. I. p. 43.

71 (S. 228.) Ueber die Theorie der Iſogeothermen (Chthoniſothermen) ſ. die ſcharfſinnigen Arbeiten von Kupffer in

Poggend. Ann. Bd. XV. S. 184 und Bd. XXXII. S. 270, im Voyage dans l'Oural p. 382—398 und im Edinb. Journal of Science, new Series Vol. IV. p. 355. Vergl. Kämtz, Lehrb. der Meteor. Bd. II. S. 217, und über das Aufſteigen der Chthoniſothermen in Gebirgsgegenden Biſchof S. 174—198.

72 (S. 228.) Leop. von Buch in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 405.

73 (S. 228.) Ueber die Temperatur der Regentropfen in Cumana, welche bis 22°,3 herabſinkt, wenn die Luft-Temperatur kurz vorher 30°—31° geweſen war und während des Regens 23°,4 zeigte, ſ. meine Rel. hist. T. II. p. 22. Die Regentropfen verändern, indem ſie herabfallen, die Normal-Temperatur ihrer Entſtehung, welche von der Höhe der Wolkenſchichten und deren Erwärmung an der oberen Fläche durch die Sonnenſtrahlen abhängt. Nachdem nämlich die Regentropfen bei ihrer erſten Bildung, wegen der frei werdenden latenten Wärme, eine höhere Temperatur als das umgebende Medium in der obern Atmoſphäre angenommen haben, erwärmen ſie ſich allerdings etwas mehr, indem ſich im Fallen und bei dem Durchgange durch niedere, wärmere Luftſchichten Waſſerdampf auf ſie niederſchlägt und ſie ſich ſo vergrößern (Biſchof, Wärmelehre des innern Erdkörpers S. 73); aber dieſe Erwärmung wird durch Verdampfung compenſirt. Erkältung der Atmoſphäre durch Regen wird (das abgerechnet, was wahrſcheinlich dem electriſchen Proceß bei Gewitterregen angehört) durch die Tropfen erregt, die, ſelbſt von niedriger Temperatur wegen des Orts ihrer Entſtehung, einen Theil der kalten höheren Luftſchichten herabdrängen und, den Boden benetzend, Verdampfung hervorbringen. Dies ſind die gewöhnlichen Verhältniſſe der Erſcheinung. Wenn in ſeltenen Fällen die Regentropfen wärmer (Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 513) als die untere ſie umgebende Luft ſind, ſo kann vielleicht die Urſach in oberen warmen Strömungen oder in größerer Erwärmung langgedehnter, wenig dicker Wolken durch Inſolation geſucht werden. Wie übrigens das Phänomen der Supplementar-Regenbogen, welche durch Interferenz des Lichtes erklärt werden, mit der Größe der fallenden Regentropfen und ihrer Zunahme zuſammenhange; ja wie ein optiſches Phänomen, wenn man es genau zu beobachten weiß, uns über einen meteorologiſchen Proceß nach Verſchiedenheit der

Zonen belehren kann: hat Arago mit vielem Scharfſinn entwickelt im Annuaire pour 1836 p. 300.

[74] (S. 229.) Nach Bouſſingault's gründlichen Unterſuchungen ſcheint mir kein Zweifel darüber obzuwalten, daß unter den Tropen in ſehr geringen Tiefen die Boden-Temperatur im ganzen der mittleren Luft-Temperatur gleich iſt. Ich begnüge mich folgende Beiſpiele hier anzuführen:

Stationen in der Tropenzone	1 Fuß unter der Oberfläche der Erde	mittlere Temperatur der Luft	Höhe über der Meeresfläche in Pariſer Fuß
Guayaquil . . .	26°,0	25°,6	0
Anſerma nuevo .	23°,7	23°,8	3231
Zupia	21°,5	21°,5	3770
Popayan	18°,2	18°,7	5564
Quito	15°,5	15°,5	8969

Die Zweifel über die Erdwärme zwiſchen den Wendekreiſen, zu denen ich ſelbſt vielleicht durch meine Beobachtungen in der Höhle von Caripe (Cueva del Guacharo) Anlaß gegeben habe (Rel. hist. T. III. p. 191—196), werden durch die Betrachtung gelöſt, daß ich die vermuthete mittlere Luft-Temperatur des Kloſters Caripe (18°,5) nicht mit der Luft-Temperatur in der Höhle (18°,7), ſondern mit der Temperatur des unterirdiſchen Baches (16°,8) verglichen hatte: ob ich gleich ſelbſt ſchon ausgeſprochen (Rel. hist. T. III. p. 146 und 194), daß zu den Waſſern der Höhle ſich wohl höhere Bergwaſſer könnten gemiſcht haben.

[75] (S. 230.) Bouſſingault in den Ann. de Chimie T. LII. p. 181. Die Quelle von Chaudes Aigues in der Auvergne hat nur 80°. Auch iſt zu bemerken, daß, während die Aguas calientes de las Trincheras ſüdlich von Portocabello (Venezuela), aus einem in regelmäßige Bänke geſpaltenen Granit ausbrechend, fern von allen Vulkanen volle 97° Wärme zeigen, alle Quellen am Abhange der noch thätigen Vulkane (Paſto, Cotopaxi und Tunguragua) nur eine Temperatur von 36°—54° haben.

[76] (S. 231.) Die Kaſſotis (Brunnen des heil. Nicolaus) und Kaſtalia-Quellen (Fuß der Phädriaden) in Pauſanias X 24, 5

und X 8, 9; die Pirene (Akrokorinth) in Strabo p. 379; die Eraſinos-Quelle (Berg Chaon ſüdlich von Argos) in Herod. VI, 67 und Pauſan. II 24, 7; die Quellen von Aedepſos (Euböa): von denen einige 31°, andere 62° bis 75° Wärme haben, in Strabo p. 60 und 447, Athenäus II 3,73; die warmen Quellen von Thermopylä am Fuß des Oeta, zu 65°, in Pauſan. X 21, 2. (Alles aus handſchriftlichen Nachrichten von dem gelehrten Begleiter Otfried Müller's, Herrn Profeſſor Curtius.)

77 (S. 231.) Plin. II, 106; Seneca, Epist. 79 § 3 ed. Ruhkopf. (Beaufort, Survey of the Coast of Karamania 1820 Art. Yanar, bei Deliktaſch, dem alten Phaſelis, p. 24.) Vergl. auch Cteſias Fragm. cap. 10 p. 250 ed. Bähr; Strabo lib. XIV p. 665 Caſaub.

78 (S. 231.) Arago im Annuaire pour 1835 p. 234.

79 (S. 231.) Acta S. Patricii p. 555 ed. Ruinart, T. II. p. 385 Mazochi. Dureau de la Malle hat zuerſt auf dieſe merkwürdige Stelle aufmerkſam gemacht in den recherches sur la topographie de Carthage 1835 p. 276. (Vergl. Seneca, Nat. Quaest. III, 24.)

80 (S. 234.) Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 562—567; Asie centrale T. I. p. 43, T. II. p. 505—515; Vues des Cordillères Pl. XLI. Ueber die Macalubi (das arabiſche makhlub, umgeſtürzt, das Umgekehrte, von der Wurzel khalaba), und wie „die Erde flüſſige Erde ausſtößt“, ſ. Solinus cap. 5: „idem ager Agrigentinus eructat limosas scaturigines, et ut venae fontium sufficiunt rivis subministrandis, ita in hac Siciliae parte solo nunquam deficiente, aeterna rejectatione terram terra evomit.“

81 (S. 235.) S. die intereſſante kleine Karte der Inſel Niſyros in Roß, Reiſen auf den griechiſchen Inſeln Bd. II. 1843 S. 69.

82 (S. 236.) Leopold von Buch, phyſ. Beſchreibung der canariſchen Inſeln S. 326; derſelbe über Erhebungscratere und Vulcane, in Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 169. Schon Strabo unterſcheidet ſehr ſchön da, wo er der Trennung Siciliens von Calabrien erwähnt, die zwiefache Bildung von Inſeln. „Einige Inſeln“, ſagt er (lib. VI p. 258 ed. Caſaub.), „ſind Bruchſtücke des feſten Landes; andere ſind aus dem Meere, wie noch jetzt ſich zuträgt, hervorgegangen. Denn die Hochſee-Inſeln (die

weit hinaus im Meere liegenden) wurden wahrſcheinlich aus der Tiefe emporgehoben, hingegen die an Vorgebirgen liegenden ſcheinen (vernunftgemäß) dem Feſtlande abgeriſſen.“

83 (S. 236.) Ocre Fisove (Mons Vesuvius) in umbriſcher Sprache (Laſſen, Deutung der Eugubiniſchen Tafeln, im Rhein. Muſeum 1832 S. 387); das Wort ocre iſt ſehr wahrſcheinlich ächt umbriſch: und bedeutet, ſelbſt nach Feſtus, Berg. Aetna würde, wenn nach Voß Αἴτνη ein helleniſcher Laut iſt und mit αἴθω und αἴθινος zuſammenhängt, ein Brand- und Glanzberg ſein; aber der ſcharfſinnige Parthey bezweifelt dieſen helleniſchen Urſprung aus etymologiſchen Gründen: auch weil der Aetna keinesweges als ein leuchtendes Feuerzeichen für helleniſche Schiffer und Wanderer daſteht, wie der raſtlos arbeitende Stromboli (Strongyle): den Homer zu bezeichnen ſcheint (Odyss. XII, 68, 202 und 219), wenn auch die geographiſche Lage minder beſtimmt angegeben iſt. Ich vermuthe, daß der Name Aetna ſich in der Sprache der Siculer finden würde, wenn man irgend erhebliche Reſte derſelben beſäße. Nach Diodor (V, 6) wurden die Sicaner, d. i. die Eingebornen von Sicilien (Völker, die vor den Siculern die Inſel bewohnten), durch Eruptionen des Aetna, welche mehrere Jahre dauerten, gezwungen ſich in den weſtlichen Theil des Landes zu flüchten. Die älteſte beſchriebene Eruption des Aetna iſt die von Pindar und Aeſchylus erwähnte unter Hieron Ol. 75, 2. Es iſt wahrſcheinlich, daß Heſiodus ſchon verheerende Wirkungen des Aetna vor den griechiſchen Niederlaſſungen gekannt habe; doch über den Namen Αἴτνη im Text des Heſiodus bleiben Zweifel, deren ich an einem anderen Orte umſtändlicher gedacht habe (Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 168).

84 (S. 236.) Seneca, Epist. 79.

85 (S. 236.) Aelian, var. hist. VIII, 11.

86 (S. 239.) Petri Bembi Opuscula (Aetna Dialogus), Basil. 1556 p. 63: „quicquid in Aetnae matris utero coalescit, nunquam exit ex cratere superiore, quod vel eo incendere gravis materia non queat, vel, quia inferius alia spiramenta sunt, non fit opus. Despumant flammis urgentibus ignei rivi pigro fluxu totas delambentes plagas, et in lapidem indurescunt.“

87 (S. 239.) S. meine Zeichnung des Vulkans von Jorullo,

ſeiner Hornitos und des gehobenen Malpays in den Vues des Cordillères Pl. XLIII p. 239.

88 (S. 240.) Humboldt, Essai sur la Géogr. des Plantes et Tableau phys. des Régions équinoxiales 1807 p. 130 und Essai géogn. sur le Gisement des Roches 1823 p. 321. Daß übrigens nicht die Geſtaltung, Lage und abſolute Höhe der Vulkane die Urſach des völligen Mangels von Lavaſtrömen bei fortdauernder innerer Thätigkeit ſei, lehrt uns der größere Theil der Vulkane von Java (Leop. von Buch, descr. phys. des Iles Canaries p. 419; Reinwardt und Hoffmann in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 607).

89 (S. 242.) S. die Fundamente meiner Meſſungen verglichen mit denen von Sauſſure und Graf Minto in den Abhandlungen der Akademie der Wiſſ. zu Berlin aus den J. 1822 und 1823 S. 30.

90 (S. 243.) Pimelodes Cyclopum ſ. Humboldt, Recueil d'Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée Vol. I. p. 21—25.

91 (S. 245.) Leop. von Buch in Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 179.

92 (S. 245.) Ueber den chemiſchen Urſprung des Eiſenglanzes in vulkaniſchen Maſſen ſ. Mitſcherlich in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 630. Ueber die Entbindung der Hydrochlor-Säure im Krater ſ. Gay-Luſſac in den Annales de Chimie et de Phys. T. XXII. p. 423.

93 (S. 247.) S. die ſchönen Verſuche über Abkühlung von Steinmaſſen in Biſchof's Wärmelehre S. 384, 443, 500—512.

94 (S. 247.) S. Berzelius und Wöhler in Poggend. Annalen Bd. I. S. 221 und Bd. XI. S. 146; Gay-Luſſac in den Annales de Chimie T. XXII. p. 422; Biſchof, reasons against the Chemical Theory of Volcanoes in der engliſchen Ausgabe ſeiner Wärmelehre p. 297—309.

95 (S. 249.) Nach Platons geognoſtiſchen Anſichten, wie ſie im Phädon entwickelt ſind, ſpielt der Pyriphlegethon in Hinſicht auf die Thätigkeit der Vulkane ungefähr dieſelbe Rolle, welche wir jetzt der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme und dem geſchmolzenen Zuſtande der inneren Erdſchichten zuſchreiben (Phaedon ed. Aſt p. 603 und 607, Annot. p. 808 und 817). „Innerhalb

der Erde rings umher ſind größere und kleinere Gewölbe. Waſſer ſtrömt in Fülle darin, auch viel Feuer und große Feuerſtröme, und Ströme von feuchtem Schlamm (theils reinerem, theils ſchmutzigerem), wie in Sicilien die vor dem Feuerſtrome ſich ergießenden Ströme von Schlamm und der Feuerſtrom ſelbſt; von denen denn alle Oerter erfüllt werden, je nachdem jedesmal jeder der Ströme ſeinen Umlauf nimmt. Der Pyriphlegethon ergießt ſich in eine weite, mit einem gewaltigen Feuer brennende Gegend: wo er einen See bildet, größer als unſer Meer, ſiedend von Waſſer und Schlamm. Von hier aus bewegt er ſich im Kreiſe herum um die Erde trübe und ſchlammig.“ Dieſer Fluß geſchmolzener Erde und Schlammes iſt ſo ſehr die allgemeine Urſach der vulkaniſchen Erſcheinungen, daß Plato ausdrücklich hinzuſetzt: „So iſt der Pyriphlegethon beſchaffen: von welchem auch die Feuerſtröme (οἱ ῥύακες), wo auf der Erde ſie ſich auch finden mögen (ὅπῃ ἂν τύχωσι τῆς γῆς), kleine Theile (abgeriſſene Stücke) heraufblaſen.“ Die vulkaniſchen Schlacken und Lavaſtröme ſind demnach Theile des Pyriphlegethon ſelbſt: Theile jener unterirdiſchen geſchmolzenen, ſtets wogenden Maſſe. Daß aber οἱ ῥύακες Lavaſtröme und nicht, wie Schneider, Paſſow und Schleiermacher wollen, „feuerſpeiende Berge“ bedeute; iſt aus vielen, theilweiſe ſchon von Ukert (Geogr. der Griechen und Römer Th. II, 1. S. 200) geſammelten Stellen ſichtbar; ῥύαξ iſt das vulkaniſche Phänomen von ſeiner bedeutendſten Seite, dem Lavaſtrom, gefaßt. Daher der Ausdruck: die ῥύακες des Aetna; Ariſtot. mirab. Ausc., T. II. p. 833 sect. 38 Bekker; Thucyd. III, 116; Theophr. de Lap. 22 p. 427 Schneider; Diod. V, 6 und XIV, 59, wo die merkwürdigen Worte: „viele nahe am Meer unfern dem Aetna gelegenen Orte wurden zu Grunde gerichtet ὑπὸ τοῦ καλουμένου ῥύακος“; Strabo VI p. 269, XIII p. 628, und von dem berühmten Glühſchlamme der Lelantiſchen Ebene auf Euböa I p. 58 Caſaub.; endlich Appian. de bello civili V, 114. Der Tadel, welchen Ariſtoteles (Meteor. II 2, 19) über die geognoſtiſchen Phantaſien im Phädon ausſpricht, bezieht ſich eigentlich nur auf die Quellen der Flüſſe, welche die Oberfläche der Erde durchſtrömen. Auffallend muß uns die von Plato ſo beſtimmt ausgeſprochene Anſicht ſein, nach der „feuchte Schlamm-Auswürfe in Sicilien den Glühſtrömen (Lavaſtrömen) vorhergehen“. Beobachtungen am Aetna können dazu wohl keine

Veranlaſſung gegeben haben: wenn gleich Rapilli und Aſche, während des vulkaniſch-electriſchen Gewitters am Eruptions-Krater, mit geſchmolzenem Schnee und Waſſer breiartig gemiſcht, für ausgeworfenen Schlamm zu halten wären. Wahrſcheinlicher iſt es wohl, daß bei Plato die feuchten Schlammſtröme (ὑγροῦ πηλοῦ ποταμοί) eine dunkle Erinnerung der Salſen (Schlammvulkane) von Agrigent ſind, die mit großem Getöſe Letten auswerfen und deren ich ſchon oben (Anm. 80) erwähnt habe. Unter den vielen verlorenen Schriften des Theophraſt iſt in dieſer Hinſicht der Verluſt des Buches „von dem vulkaniſchen Strom in Sicilien" (περὶ ῥύακος τοῦ ἐν Σικελίᾳ), deſſen Diog. Laert. V, 39 gedenkt, zu beklagen.

96 (S. 249.) Leopold von Buch, phyſical. Beſchreib. der canariſchen Inſeln S. 326—407. Ich zweifle, daß man, wie der geiſtreiche Charles Darwin zu wollen ſcheint (geological observations on the Volcanic Islands 1844 p. 127), Central-Vulkane im allgemeinen als Reihen-Vulkane von kurzer Ausdehnung auf parallelen Spalten betrachten könne. Schon Friedrich Hoffmann glaubte in der Gruppe der Lipariſchen Inſeln, die er ſo trefflich beſchrieben und in der zwei Eruptions-Spalten ſich bei Panaria kreuzen, ein Zwiſchenglied zwiſchen den zwei Haupt-Erſcheinungsweiſen der Vulkane, den von Leopold von Buch erkannten Central- und Reihen-Vulkanen, zu finden (Poggend. Ann. der Phyſik Bd. XXVI. S. 81—88).

97 (S. 250.) Humboldt, geognoſt. Beob. über die Vulkane des Hochlandes von Quito, in Poggend. Annalen Bd. XXXXIV. S. 194.

98 (S. 251.) Seneca, indem er ſehr treffend von der problematiſchen Erniedrigung des Aetna ſpricht, ſagt in dem 79ten Briefe: „Potest hoc accidere, non quia montis altitudo desedit, sed quia ignis evanuit et minus vehemens ac largus effertur: ob eandem causam, fumo quoque per diem segniore. Neutrum autem incredibile est, nec montem qui devoretur quotidie minui, nec ignem non manere eundem; quia non ipse ex se est, sed in aliqua inferna valle conceptus exaestuat et alibi pascitur: in ipso monte non alimentum habet sed viam." (Ed. Ruhkopfiana T. III. p. 32.) Die unterirdiſche Verbindung „durch Hohlgänge" zwiſchen den Vulkanen von Sicilien, den Liparen, den Pithecuſen (Iſchia) und dem Veſuv: „von dem man vermuthen

darf, er habe ehemals gebrannt und Schlundbecher des Feuers gehabt“; iſt von Strabo vollkommen erkannt worden (lib. I p. 247 und 248). Er nennt die ganze Gegend „unterfeurig“.

99 (S. 251.) Humboldt, Essai polit. sur la Nouv. Espagne T. II. p. 173—175.

100 (S. 252.) Ueber den Ausbruch von Methone Ovidius (Metamorph. XV, 296—306):

Est prope Pittheam tumulus Troezena sine ullis
Arduus arboribus, quondam planissima campi
Area, nunc tumulus; nam — res horrenda relatu —
Vis fera ventorum, caecis inclusa cavernis,
Exspirare aliqua cupiens, luctataque frustra
Liberiore frui coelo, cum carcere rima
Nulla foret toto nec pervia flatibus esset,
Extentam tumefecit humum; ceu spiritus oris
Tendere vesicam solet, aut direpta bicorni
Terga capro. Tumor ille loci permansit, et alti
Collis habet speciem, longoque induruit aevo.

Dieſe geognoſtiſch ſo wichtige Schilderung einer glockenförmigen Hebung auf dem Continent ſtimmt merkwürdig mit dem überein, was Ariſtoteles (Meteor. II 8, 17—19) über die Hebung einer Eruptions-Inſel berichtet. „Das Erbeben der Erde hört nicht eher auf, als bis jener Wind (ἄνεμος), welcher die Erſchütterung verurſacht, in der Erdrinde ausgebrochen iſt. So iſt es vor kurzem zu Heraclea in Pontus geſchehen; und vormals auf Hiera, einer der Aeoliſchen Inſeln. In dieſer nämlich iſt ein Theil der Erde aufgeſchwollen und hat ſich mit Getöſe zu einem Hügel erhoben: ſo lange, bis der mächtig treibende Hauch (πνεῦμα) einen Ausweg fand, und Funken und Aſche ausſtieß, welche die nahe Stadt der Liparäer bedeckte und ſelbſt bis zu einigen Städten Italiens gelangte.“ In dieſer Beſchreibung iſt das blaſenförmige Auftreiben der Erdrinde (ein Stadium, in welchem viele Trachytberge dauernd verbleiben) von dem Ausbruche ſelbſt ſehr wohl unterſchieden. Auch Strabo (lib. I p. 59 Caſaub.) beſchreibt das Phänomen von Methone: „bei der Stadt im Hermioniſchen Buſen geſchah ein flammender Ausbruch; ein Feuerberg ward emporgehoben: ſieben (?) Stadien hoch, am Tage unzugänglich vor Hitze und Schwefelgeruch, aber des Nachts wohlriechend (?); und ſo

erhitzend, daß das Meer ſiedete fünf Stadien weit und trübe war wohl auf zwanzig Stadien, auch durch abgeriſſene Felſenſtücke verſchüttet wurde." Ueber die jetzige mineralogiſche Beſchaffenheit der Halbinſel Methana ſ. Fiedler, Reiſe durch Griechenland Th. I. S. 257—263.

1 (S. 252.) Leop. von Buch, phyſic. Beſchr. der canar. Inſeln S. 356—358, und beſonders die franzöſiſche Ueberſetzung dieſes trefflichen Werkes S. 402; auch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 183. Eine ſubmarine Inſel war wieder in der neueſten Zeit im Erſcheinen begriffen im Krater von Santorin. Um das Jahr 1810 war dieſe Inſel noch 15 Braſſen unter der Oberfläche des Meeres, aber 1830 nur 3—4 Braſſen. Sie erhebt ſich ſteil, wie ein großer Zapfen, aus dem Meeresgrund; und die fortdauernde unterirdiſche Thätigkeit des unterſeeiſchen Kraters offenbart ſich auch dadurch, daß, wie bei Methana zu Wromolimni, hier in der öſtlichen Bucht von Neo-Kammeni ſchwefelſaure Dämpfe ſich dem Meerwaſſer beimiſchen. Mit Kupfer beſchlagene Schiffe legen ſich in der Bucht vor Anker, damit in kurzer Zeit auf natürlichem (d. i. vulkaniſchem) Wege der Kupferbeſchlag gereinigt und wiederum glänzend werde. (Virlet im Bulletin de la Société géologique de France T. III. p. 109; und Fiedler, Reiſe durch Griechenland Th. II. S. 469 und 584.)

2 (S. 252.) Erſcheinungen der neuen Inſel bei der azoriſchen Inſel San Miguel: 11 Jun. 1638, 31 Dec. 1719, 13 Jun. 1811.

3 (S. 253.) Prévoſt im Bulletin de la Société géologique T. II. p. 34; Friedrich Hoffmann, hinterlaſſene Werke Bd. II. S. 451—456.

4 (S. 253.) „Accedunt vicini et perpetui Aetnae montis ignes et insularum Aeolidum, veluti ipsis undis alatur incendium; neque enim aliter durare tot seculis tantus ignis potuisset, nisi humoris nutrimentis aleretur." (Juſtin. hist. Philipp. IV, 1.) Die vulkaniſche Theorie, mit welcher hier die phyſiſche Beſchreibung von Sicilien anhebt, iſt ſehr verwickelt. Tiefe Lager von Schwefel und Harz; ein ſehr dünner, höhlenreicher, leicht zerſpaltener Boden; ſtarke Bewegung der Meereswogen, welche, indem ſie zuſammenſchlagen, die Luft (den Wind) mit hinabziehen, um das Feuer anzuſchüren: ſind die Elemente der Theorie des Trogus. Da er (Plin. XI, 52) als Phyſiognomiker auch die Geſichtszüge des

Menſchen deutete, ſo darf man vermuthen, daß er in ſeinen vielen, für uns verlorenen Schriften nicht bloß als Hiſtoriker auftrat. Die Anſicht, nach welcher Luft in das Innere der Erde hinabgedrängt wird, um dort auf die vulkaniſche Eſſe zu wirken, hing übrigens bei den Alten mit Betrachtungen über den Einfluß der verſchiedenen Windesrichtung auf die Intenſität des Feuers, das im Aetna, in Hiera und Stromboli lodert, zuſammen (ſ. die merkwürdige Stelle des Strabo lib. VI p. 275 und 276). Die Berginſel Stromboli (Strongyle) galt deshalb für den Sitz des Aeolus, „des Verwalters der Winde": da die Schiffenden nach der Heftigkeit der vulkaniſchen Ausbrüche von Stromboli das Wetter vorherverkündigten. Ein ſolcher Zuſammenhang der Ausbrüche eines kleinen Vulkans mit dem Barometerſtande und der Windrichtung (Leop. von Buch, descr. phys. des Iles Canaries p. 334; Hoffmann in Poggend. Ann. Bd. XXVI. S. 8) wird noch jetzt allgemein anerkannt: ſo wenig auch, nach unſrer jetzigen Kenntniß der vulkaniſchen Erſcheinungen, und den ſo geringen Veränderungen des Luftdruckes, die unſere Winde begleiten, eine genügende Erklärung gegeben werden kann. — Bembo, als Jüngling in Sicilien von geflüchteten Griechen erzogen, erzählt anmuthig ſeine Wanderungen, und ſtellt im Aetna Dialogus (in der Mitte des 16ten Jahrhunderts) die Theorie von dem Eindringen des Meerwaſſers in den Heerd der Vulkane und von der nothwendigen Meeresnähe der letzteren auf. Es wird bei Beſteigung des Aetna folgende Frage aufgeworfen: „Explana potius nobis quae petimus, ea incendia unde oriantur et orta quomodo perdurent? In omni tellure nuspiam majores fistulae aut meatus ampliores sunt quam in locis, quae vel mari vicina sunt, vel a mari protinus alluuntur: mare erodit illa facillime pergitque in viscera terrae. Itaque cum in aliena regna sibi viam faciat, ventis etiam facit; ex quo fit, ut loca quaeque maritima maxime terraemotibus subjecta sint, parum mediterranea. Habes quum in sulfuris venas venti furentes inciderint, unde incendia oriantur Aetnae tuae. Vides, quae mare in radicibus habeat, quae sulfurea sit, quae cavernosa, quae a mari aliquando perforata ventos admiserit aestuantes, per quos idonea flammae materies incenderetur."

5 (S. 254.) Vergl. Gay-Luſſac sur les Volcans, in den Annales de Chimie T. XXII. p. 427; und Biſchof, Wärme-

lehre S. 272. Auf Rückwirkungen des vulkaniſchen Heerdes durch die ſpannenden Waſſerſäulen, wenn nämlich die Expanſivkraft der Dämpfe den hydroſtatiſchen Druck überwindet, laſſen uns die Ausbrüche von Rauch und Waſſerdämpfen ſchließen, die man, zu verſchiedenen Zeiten, um Lancerote, Island und die kuriliſchen Inſeln, während der Eruption benachbarter Vulkane, geſehen hat.

6 (S. 254.) Abel-Rémuſat, lettre à Mr. Cordier in den Annales des Mines T. V. p. 137.

7 (S. 255.) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 30—33, 38—52, 70—80 und 426—428. Das Daſein thätiger Vulkane in Kordofan, in 135 Meilen Entfernung vom rothen Meere, iſt von Rüppell (Reiſen in Nubien 1829 S. 151) neuerdings geläugnet worden.

8 (S. 256.) Dufrénoy et Élie de Beaumont, explication de la Carte géologique de la France T. I. p. 89.

9 (S. 256.) Sophocl. Philoct. v. 971 und 972. Ueber die muthmaßliche Epoche des Verlöſchens des Lemniſchen Feuers zur Zeit Alexanders vergl. Buttmann im Muſeum der Alterthumswiſſenſchaft Bd. I. 1807 S. 295; Dureau de la Malle in Malte-Brun, Annales des Voyages T. IX. 1809 p. 5; Ukert in Bertuch, geogr. Ephemeriden Bd. XXXIX. 1812 S. 361; Rhode, res Lemnicae 1829 p. 8, und Walter über Abnahme der vulkan. Thätigkeit in hiſtoriſchen Zeiten 1844 S. 24. Die von Choiſeul veranſtaltete hydrographiſche Aufnahme von Lemnos macht es ſehr wahrſcheinlich, daß die ausgebrannte Grundfeſte des Moſychlos ſammt der Inſel Chryſe, Philoktets wüſtem Aufenthalt (Otfried Müller, Minyer S. 300), längſt vom Meere verſchlungen ſind. Felſenriffe und Klippen in Nordoſten von Lemnos bezeichnen noch die Stelle, wo das ägäiſche Meer einſt einen dauernd thätigen Vulkan beſaß: gleich dem Aetna, dem Veſuv, dem Stromboli und dem Volcano der Liparen.

10 (S. 257.) Vergl. Reinwardt und Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XII. S. 607; Leop. von Buch, descr. des Iles Canaries p. 424 und 426. Die lettigen Schlamm-Ausbrüche des Carguairazo, als der Vulkan 1698 zuſammenſtürzte,

die Lodazales von Igualata, und die Moya von Pelileo ſind ähnliche vulkaniſche Erſcheinungen im Hochlande von Quito.

11 (S. 258.) In einem Profil der Umgegend von Tezcuco, Totonilco und Moran (Atlas géographique et physique Pl. VII), das ich urſprünglich (1803) zu einer nicht erſchienenen Pasigrafia geognostica destinada al uso de los Jovenes del Colegio de Mineria de Mexico beſtimmte, habe ich 1832 das plutoniſche und vulkaniſche Eruptions-Geſtein endogen (ein im Inneren erzeugtes), das Sediment- und Flözgeſtein exogen (ein von außen an der Oberfläche der Erde erzeugtes) genannt. Paſigraphiſch wurde das erſtere durch einen aufwärts ↑, das zweite durch einen abwärts ↓ gerichteten Pfeil bezeichnet. Dieſe Bezeichnung gewährt wenigſtens den Vortheil, daß die Profile, welche meiſt horizontal über einander gelagerte Sediment-Formationen darſtellen, nicht: wie jetzt nur zu oft geſchieht, wenn man Ausbrüche und Durchdringung von Baſalt-, Porphyr- oder Syenit-Maſſen andeuten will, durch von unten aufſtrebende, ſehr willkührlich geformte Zapfen unmaleriſch verunſtaltet werden. Die Benennungen, welche ich in dem paſigraphiſch-geognoſtiſchen Profile vorgeſchlagen, waren den Decandolliſchen (endogen für monocotyliſche, exogen für dicotyliſche Pflanzen) nachgebildet; aber Mohl's genauere Pflanzen-Zergliedrung hat erwieſen, daß das Wachſen der Monocotylen von innen und der Dicotylen von außen für den vegetabiliſchen Organismus im ſtrengen und allgemeinen Sinne des Worts nicht ſtatt finde (Link, elementa philosophiae botanicae T. I. 1837 p. 287; Endlicher und Unger, Grundzüge der Botanik 1843 S. 89; und Juſſieu, traité de Botanique T. I. p. 85). Was ich endogen nenne, bezeichnet Lyell in ſeinen Principles of Geology 1833 Vol. III. p. 374 charakteriſtiſch durch den Ausdruck „netherformed“ oder „hypogene rocks“.

12 (S. 259.) Vergl. Leop. von Buch über Dolomit als Gebirgsart 1823 S. 36; und denſelben über den Grad der Flüſſigkeit, welchen man plutoniſchen Felsarten bei ihrem Heraustreten zuſchreiben ſoll, wie über Entſtehung des Gneuß aus Schiefern durch Einwirkung des Granits und der mit ſeiner Erhebung verbundenen Stoffe, ſowohl in den Abhandl. der Akad. der Wiſſenſch. zu Berlin aus dem Jahre 1842 S. 58 und 63 als in den Jahrb. für wiſſenſchaftliche Kritik 1840 S. 195.

[13] (S. 260.) Darwin, Volcanic Islands 1844 p. 49 u. 154.

[14] (S. 260.) Moreau de Jonnès, hist. phys. des Antilles T. I. p. 136, 138 und 543; Humboldt, Relation historique T. III. p. 367.

[15] (S. 260.) Bei Teguiza; Leop. von Buch, canariſche Inſeln S. 301.

[16] (S. 261.) Siehe oben S. 9.

[17] (S. 261.) Bernhard Cotta, Geognoſie 1839 S. 273.

[18] (S. 261.) Leop. von Buch über Granit und Gneuß in den Abhandl. der Berl. Akad. aus dem J. 1842 S. 60.

[19] (S. 261.) In dem mauerartig aufſteigenden und in parallele ſchmale Bänke getheilten Granit des Kolivaner Sees ſind Feldſpath und Albit vorherrſchend, Titanit-Kryſtalle ſelten; Humboldt, Asie centrale T. I. p. 295; Guſtav Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. I. S. 524.

[20] (S. 262.) Humboldt, Relation historique T. II. p. 99.

[21] (S. 262.) S. die Abbildung des Biri-tau, den ich von der Südſeite gezeichnet, wo Kirghiſen-Zelte ſtanden, in Roſe Bd. I. S. 584. — Ueber Granitkugeln mit ſchalig abgeſonderten Stücken ſ. Humboldt, Rel. hist. T. II. p. 597 und Essai géogn. sur le Gisement des Roches p. 78.

[22] (S. 262.) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 299—311, und die Zeichnungen in Roſe's Reiſe Bd. I. S. 611: in welchen man die von Leopold von Buch als charakteriſtiſch bezeichnete Krümmung der Granitſchalen wiederfindet.

[23] (S. 263.) Dieſe merkwürdige Auflagerung wurde zuerſt beſchrieben von Weiß in Karſten's Archiv für Bergbau und Hüttenweſen Bd. XVI. 1827 S. 5.

[24] (S. 263.) Dufrénoy et Élie de Beaumont, Géologie de la France T. I. p. 130.

[25] (S. 263.) Eine wichtige Rolle ſpielen dieſe eingelagerten Diorite bei Steben in dem Nailaer Bergrevier: in einer Gegend, an welche, ſo lange ich dort im vorigen Jahrhundert mit der Vorrichtung des Grubenbaues beſchäftigt war, die froheſten Erinnerungen meines Jugendalters geknüpft ſind. Vergl. Friedr. Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XVI. S. 558.

[26] (S. 264.) Im ſüdlichen und Baſchkiren-Ural; Roſe, Reiſe Bd. II. S. 171.

27 (S. 264.) G. Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. II. S. 47—52. Ueber Identität des Eläoliths und Nephelins (in letzterem iſt der Kalkgehalt etwas größer) ſ. Scheerer in Poggend. Annalen Bd. XLIX. S. 359—381.

28 (S. 268.) S. die vortrefflichen Arbeiten von Mitſcherlich in den Abhandlungen der Berl. Akad. aus den Jahren 1822 und 1823 S. 25—41; und in Poggendorff's Annalen Bd. X. S. 137—152, Bd. XI. S. 323—332, Bd. XLI. S. 213—216 (Guſtav Roſe über Bildung des Kalkſpaths und Aragonits in Poggend. Ann. Bd. XLII. S. 353—366; Haidinger in den Transactions of the Royal Society of Edinburgh 1827 p. 148).

29 (S. 269.) Lyell, Principles of Geology Vol. III. p. 353 und 359.

30 (S. 270.) Die hier gegebene Darſtellung der Lagerungsverhältniſſe des Granits drückt den allgemeinen oder Hauptcharakter der ganzen Bildung aus. An einzelnen Punkten (ſ. oben S. 261, und die Beſchreibung eines Theils der Narymſchen Kette nahe der Grenze des chineſiſchen Gebiets in Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. I. S. 599) zeigt freilich der Granit Geſtaltungen, die vermuthen laſſen, daß er bei ſeinem Ausbruch, wie der Trachyt (Dufrénoy et Élie de Beaumont, description géologique de la France T. I. p. 70), nicht immer denſelben Mangel an Flüſſigkeit gehabt hat. Da im Texte früher der engen Klüfte Erwähnung geſchehen iſt, durch welche bisweilen ſich die Baſalte ergießen, ſo will ich hier noch an die weiten Spalten erinnern, welche bei den, mit den Baſalten nicht zu verwechſelnden Melaphyren als Zuführungscanäle gedient haben. S. über eine 450 Fuß breite Spalte, durch welche in den Steinkohlen-Gruben bei Cornbrook in Hoar Edge der Melaphyr aufgeſtiegen iſt, die intereſſante Darſtellung von Murchiſon, the Silurian System p. 126.

31 (S. 271.) Sir James Hall in den Edinb. Transact. Vol. V. p. 43, Vol. VI. p. 71; Gregory Watt in den Philos. Transactions of the Royal Society of London for 1804 P. II. p. 279; Dartigues und Fleuriau de Bellevue im Journ. de Phys. T. LX. p. 456; Biſchof, Wärmelehre S. 313 und 443.

32 (S. 271.) Guſtav Roſe in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XLII. S. 364.

33 (S. 271.) Ueber die Dimorphie des Schwefels in Mitſcherlich, Lehrbuch der Chemie § 55—63.

34 (S. 271.) Siehe über Gyps als einaxigen Kryſtall, ſchwefelſaure Bittererde, Zink- und Nickel-Oxyde Mitſcherlich in Poggend. Ann. Bd. XI. S. 328.

35 (S. 272.) Coſte, Verſuche im Creuſot über das brüchig werden des Stabeiſens, in Elie de Beaumont, mém. géol. T. II. p. 411.

36 (S. 272.) Mitſcherlich über die Ausdehnung der kryſtalliſirten Körper durch die Wärme in Poggend. Ann. Bd. X. S. 151.

37 (S. 272.) Ueber doppelte Schichtungsklüfte ſ. Elie de Beaumont, Géologie de la France p. 41; Credner, Geognoſie Thüringens und des Harzes S. 40; Römer, das Rheiniſche Uebergangsgebirge 1844 S. 5 und 9.

38 (S. 272.) Mit Zuſatz von Thon, Kalkerde und Kali: nicht eine bloße durch Eiſen-Oxyd gefärbte Kieſelſäure; Roſe, Reiſe Bd. II. S. 187. Ueber die Jaſpis-Entſtehung durch Diorit-Porphyr, Augitgeſtein und Hyperſthen-Fels ſ. Roſe Bd. II. S. 169, 187 und 192. Vergl. auch Bd. I. S. 427: wo die Porphyrkugeln abgebildet ſind, zwiſchen denen der Jaſpis im kalkhaltigen Grauwacken-Gebirge von Bogoſlowſk ebenfalls als Folge der plutoniſchen Einwirkung des Augitgeſteins auftritt; Bd. II. S. 545, wie Humboldt, Asie centrale T. I. p. 486.

39 (S. 273.) Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. I. S. 586—588.

40 (S. 273.) Für die vulkaniſche Entſtehung des Glimmers iſt es wichtig zu erinnern, daß Glimmer-Kryſtalle ſich finden: im Baſalt des böhmiſchen Mittelgebirges, in der Lava des Veſuvs von 1822 (Monticelli, storia del Vesuvio negli anni 1821 e 1822 § 99); in Thonſchiefer-Bruchſtücken, die am Hohenfels unweit Gerolſtein in der Eifel von ſchlackigem Baſalt umwickelt ſind (ſ. Mitſcherlich in Leonhard, Baſalt-Gebilde S. 244). Ueber ein Entſtehen des Feldſpaths im Thonſchiefer durch Contact des Porphyrs zwiſchen Urval und Poïet (Forez) ſ. Dufrénoy in der Géol. de la France T. I. p. 137.

Einem ähnlichen Contact ſollen in der Bretagne bei Paimpol (T. I. p. 234) die Schiefer einen mandelſteinartigen und zelligen Charakter verdanken: deſſen Anſicht bei einer geognoſtiſchen Fußreiſe mit Profeſſor Kunth in dieſe intereſſante Gegend mich ſehr in Erſtaunen geſetzt hat.

41 (S. 273.) Leopold von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wiſſenſch. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 63 und in den Jahrbüchern für wiſſenſchaftliche Kritik Jahrg. 1840 S. 196.

42 (S. 273.) Elie de Beaumont in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 362—372: „En se rapprochant des masses primitives du Mont Rose et des montagnes situées à l'ouest de Coni, on voit les couches secondaires perdre de plus en plus les caractères inhérents à leur mode de dépôt. Souvent alors elles en prennent qui semblent provenir d'une toute autre cause, sans perdre pour cela leur stratification: rappelant par cette disposition la structure physique d'un tison à moitié charbonné, dans lequel on peut suivre les traces des fibres ligneuses, bien au-delà des points qui présentent encore les caractères mutuels du bois.“ (Vergl. auch Annales des Sciences naturelles T. XIV. p. 118—122 und H. von Dechen, Geognoſie S. 553.) Zu den auffallendſten Beweiſen der Umwandlung des Geſteins durch plutoniſche Einwirkung gehören die Belemniten in den Schiefern von Nuffenen (Alpenthal von Eginen und Gries-Gletſcher); wie die Belemniten in ſogenanntem uranfänglichen Kalkſtein, welche Hr. von Charpentier am weſtlichen Abhange des Col de Seigne, zwiſchen der Enclove de Monjovet und der Alpenhütte de la Lanchette, gefunden (Annales de Chimie T. XXIII. p. 262) und mir in Bex im Herbſt 1822 gezeigt hat.

43 (S. 273.) Hoffmann in Poggend. Annalen Bd. XVI. S. 552. „Schichten von Tranſitions-Thonſchiefer des Fichtelgebirges, die in einer Länge von 4 Meilen verfolgt werden können und nur an beiden Extremen, wo ſie mit dem Granite in Berührung kommen, in Gneiß umgewandelt ſind. Man verfolgt dort die allmälige Gneißbildung, die innere Entwicklung des Glimmers und der Feldſpathmandeln im Thonſchiefer, der ja ohnedies faſt alle Elemente dieſer Subſtanzen enthält.“

[44] (S. 273.) In dem, was uns von den Kunſtwerken des griechiſchen und römiſchen Alterthums übrig geblieben iſt, bemerkt man den Mangel von Jaſpis-Säulen und großen Gefäßen aus Jaſpis: die jetzt allein das Ural-Gebirge liefert. Was man als Jaſpis von dem Rhabarber-Berge (Revennaja sopka) im Altai bearbeitet, gehört zu einem geſtreiften prachtvollen Porphyr. Der Name Jaſpis: aus den ſemitiſchen Sprachen übertragen, ſcheint ſich nach den verwirrten Beſchreibungen des Theophraſtus (de Lap. 23 und 27) und Plinius (XXXVII, 8 und 9), welcher den Jaſpis unter den undurchſichtigen Gemmen aufführt, auf Fragmente von Jaſpachat und ſogenanntem Opal-Jaſpis zu beziehen, welche die Alten Jaſponyx nannten. Daher glaubt Plinius ſchon als ein ſeltenes Beiſpiel der Größe ein 11zölliges Stück Jaſpis aus eigener Anſicht anführen zu müſſen: „magnitudinem jaspidis undecim unciarum vidimus, formatamque inde effigiem Neronis thoracatam." Nach Theophraſtus iſt der Stein, den er Smaragd nennt und aus dem große Obelisken geſchnitten werden, nichts andres als ein unreifer Jaſpis.

[45] (S. 274.) Humboldt, lettre à Mr. Brochant de Villiers in den Annales de Chimie et de Physique T. XXIII. p. 261; Leop. von Buch, geognoſt. Briefe über das ſüdliche Tyrol S. 101, 105 und 273.

[46] (S. 274.) Ueber die Umwandlung des dichten Kalkſteins in körnigen durch Granit in den Pyrenäen (Montagne de Rancie) ſ. Dufrénoy in den mémoires géologiques T. II. p. 440, und in den Montagnes de l'Oisans ſ. Elie de Beaumont, mém. géol. T. II. p. 379—415; durch Diorit- und Pyroxen-Porphyre (Ophite; Elie de Beaumont, Géol. de la France T. I. p. 72) zwiſchen Toloſa und San Sebaſtian ſ. Dufrénoy in den mém. géol. T. II. p. 130; durch Syenit in der Inſel Skye: wo in dem veränderten Kalkſtein ſogar noch Verſteinerungen ſichtbar geblieben ſind, H. von Dechen, Geognoſie S. 573. In der Umwandlung der Kreide durch Berührung mit Baſalt iſt die Verſchiebung der kleinſten Theile, bei Entſtehung der Kryſtalle und bei dem Körnig-Werden, um ſo merkwürdiger, als nach Ehrenberg's ſcharfſinnigen microſcopiſchen Unterſuchungen die Kreidetheilchen vorher gegliederte Ringe bilden. S. Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XXXIX. S. 105, und über die Ringe des

aus Auflöſungen niedergeſchlagenen Aragonits Guſtav Roſe daſelbſt Bd. XLII. S. 354.

47 (S. 274.) Lager körnigen Kalkſteins im Granit am Port d'Oo und in Mont de Labourd. S. Charpentier, constitution géologique des Pyrénées p. 144, 146.

48 (S. 275.) Leop. von Buch, descr. des Iles Canaries p. 394; Fiedler, Reiſe durch das Königreich Griechenland Th. II. S. 181, 190 und 516.

49 (S. 275.) Ich habe der merkwürdigen Stelle in Origenes Philosophumena cap. 14 (Opera ed. Delarue T. I. p. 893) ſchon an einem anderen Orte erwähnt. Nach dem ganzen Zuſammenhange iſt es ſehr unwahrſcheinlich, daß Xenophanes einen Lorbeer-Abdruck (τύπον δάφνης) ſtatt eines Fiſch-Abdrucks (τύπον ἀφύης) gemeint habe. Delarue tadelt mit Unrecht die Correction des Jacob Gronovius, welcher den Lorbeer in eine Sardelle umgewandelt hat. Die Fiſch-Verſteinerung iſt doch wahrſcheinlicher als das natürliche Silensbild, welches die Steinbrecher aus den pariſchen Marmorbrüchen (des Berges Marpeſſos, Servius ad Virg. Aen. VI, 471) wollen herausgeſpalten haben (Plin. XXXVI, 5).

50 (S. 275.) Ueber die geognoſtiſchen Verhältniſſe der Mondſtadt Carrara (Stadt Selene's, Strabo lib. V p. 222) ſ. Savi, osservazioni sui terreni antichi Toscani in dem nuovo Giornale de' Letterati di Pisa No. 63; und Hoffmann in Karſten's Archiv für Mineralogie Bd. VI. S. 258—263, wie auch deſſen geogn. Reiſe durch Italien S. 244—265.

51 (S. 275.) Nach der Annahme eines vortrefflichen und ſehr erfahrenen Beobachters, Carls von Leonhard; ſiehe deſſen Jahrbuch für Mineralogie 1834 S. 329 und Bernhard Cotta, Geognoſie S. 310.

52 (S. 276.) Leop. von Buch, geognoſtiſche Briefe an Alex. von Humboldt 1824 S. 36 und 82; derſelbe in den Annales de Chimie T. XXIII. p. 276 und in den Abhandl. der Berliner Akad. aus den J. 1822 und 1823 S. 83—136; H. von Dechen, Geognoſie S. 574—576.

53 (S. 278.) Hoffmann, geogn. Reiſe bearbeitet von H. von Dechen S. 113—119, 380—386; Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XXVI. S. 41.

[54] (S. 278.) Dufrénoy in den mémoires géologiques T. II. p. 145 und 179.

[55] (S. 278.) Humboldt, Essai géogn. sur le Gisement des Roches p. 93, Asie centrale T. III. p. 532.

[56] (S. 278.) Elie de Beaumont in den Annales des Sciences Naturelles T. XV. p. 362; Murchiſon, Silurian System p. 286.

[57] (S. 279.) Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. I. S. 364 und 367.

[58] (S. 279.) Leop. von Buch, Briefe S. 109—129. Vergl. auch Elie de Beaumont über Contact des Granits mit Juraſchichten in den mém. géol. T. II. p. 408.

[59] (S. 279.) Hoffmann, Reiſe S. 30 und 37.

[60] (S. 279.) Ueber den chemiſchen Hergang eines Bildungsproceſſes des Eiſenglanzes ſ. Gay-Luſſac in den Annales de Chimie T. XXII. p. 415 und Mitſcherlich in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 630. Auch in den Höhlungen des Obſidians vom Cerro del Jacal, den ich aus Mexico mitgebracht, haben ſich (wahrſcheinlich aus Dämpfen) Olivin-Kryſtalle niedergeſchlagen (Guſtav Roſe in Poggend. Ann. Bd. X. S. 323). Es kommt demnach Olivin vor: in Baſalt, in Lava, in Obſidian, in künſtlichen Schlacken, in Meteorſteinen, im Syenit von Elfdalen und (als Hyaloſiderit) in der Wacke vom Kaiſerſtuhle.

[61] (S. 280.) Conſtantin von Beuſt über die Porphyrgebilde 1835 S. 89—96, deſſelben Beleuchtung der Werner'ſchen Gangtheorie 1840 S. 6; C. von Weißenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältniſſe 1836 Fig. 12. Die bandförmige Structur der Gangmaſſen iſt aber eben ſo wenig allgemein als die beſtimmte Altersfolge der einzelnen Glieder dieſer Maſſen; ſ. Freiesleben über die ſächſiſchen Erzgänge 1843 S. 10—12.

[62] (S. 280.) Mitſcherlich über die künſtliche Darſtellung der Mineralien, in den Abhandlungen der Akademie der Wiſſ. zu Berlin aus den Jahren 1822 und 1823 S. 25—41.

[63] (S. 281.) In Schlacken: Kryſtalle von Feldſpath, von Heine beim Ausblaſen eines Kupferrohofens unweit Sangerhauſen aufgefunden und von Kerſten zerlegt (Poggend. Annalen Bd.

XXXIII. S. 337); von Augit in den Schlacken von Sahle (Mitſcherlich in den Abhandl. der Akad. zu Berlin aus den J. 1822 und 1823 S. 40), von Olivin (Seffström in Leonhard, Baſalt-Gebilde Bd. II. S. 495), von Glimmer in alten Schlacken von Schloß Garpenberg (Mitſcherlich in Leonhard a. a. O. S. 506), von Magneteiſen in Schlacken von Chatillon ſur Seine (Leonhard S. 441), von Eiſenglimmer in Töpferthon entſtanden (Mitſcherlich in Leonhard S. 234).

64 (S. 281.) Abſichtlich hervorgebracht: Idokras und Granat (Mitſcherlich in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XXXIII. S. 340), Rubin (Gaudin in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. IV. 1837 p. 999), Olivin und Augit (Mitſcherlich und Berthier in den Annales de Chimie et de Physique T. XXIV. p. 376). Ohnerachtet nach Guſtav Roſe Augit und Hornblende die größte Uebereinſtimmung der Kryſtallform zeigen und ihre chemiſche Zuſammenſetzung auch faſt dieſelbe iſt, ſo iſt doch noch nie Hornblende neben dem Augit in Schlacken beobachtet worden; eben ſo wenig iſt es den Chemikern geglückt Hornblende oder Feldſpath abſichtlich hervorzubringen (Mitſcherlich in Poggend. Annalen Bd. XXXIII. S. 340 und Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. II. S. 358 und 363). Man vergleiche auch Beudant in den Mém. de l'Acad. des Sciences T. VIII. p. 221 und Becquerel's ſcharfſinnige Verſuche in ſeinem traité de l'Électricité T. I. p. 334, T. III. p. 218, T. V, 1. p. 148 und 185.

65 (S. 281.) D'Aubuiſſon im Journal de Physique T. LXVIII. p. 128.

66 (S. 282.) Leop. von Buch, geognoſt. Briefe S. 75—82; wo zugleich gezeigt wird, wie der rothe Sandſtein (das Todtliegende des thüringiſchen Flözgebirges) und das Steinkohlen-Gebilde als Erzeugniſſe des aufſteigenden Porphyrs betrachtet werden müſſen.

67 (S. 285.) Eine Entdeckung von Miß Mary Anning, welche auch die Coprolithen der Fiſche zuerſt aufgefunden hat. Dieſe und die Excremente des Ichthyoſaurus werden in England (z. B. bei Lyme Regis) in ſolcher Menge geſehen, daß ſie nach Buckland's Ausdruck wie Kartoffeln auf dem Boden zerſtreut liegen. Vergl. Buckland, Geology considered with reference to Natural Theology Vol. I. p. 188—202 und 305. Ueber Hooke's

Hoffnung to raise a chronology aus dem bloßen Studium zerbrochener und verſteinerter Muſchelſchalen, and to state the intervals of the time wherein such or such catastrophes and mutations have happened, ſ. Posth. Works, Lecture Feb. 29, 1688.

[68] (S. 285.) Leop. von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wiſſ. zu Berlin aus dem J. 1837 S. 64.

[69] (S. 286.) Derſelbe, Gebirgsformationen von Rußland, a. a. O. 1840 S. 24—40.

[70] (S. 287.) Agaſſiz, monographie des Poissons fossiles du Vieux Grès Rouge p. VI und 4.

[71] (S. 287.) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. 1838 S. 149—168; Beyrich, Beitr. zur Kenntniß des Rheiniſchen Uebergangsgebirges 1837 S. 45.

[72] (S. 287.) Agaſſiz, recherches sur les Poissons fossiles T. I. Introd. p. XVIII (Davy, Consolations in Travel Dial. III).

[73] (S. 287.) Nach Hermann von Meyer ein Protoſaurus. Die Rippe eines Sauriers, die angeblich dem Bergkalk (Kohlen-Kalkſtein) von Northumberland angehörte (Herm. von Meyer, Palaeologica S. 299), iſt nach Lyell (Geology 1832 Vol. I. p. 148) ſehr zweifelhaft. Der Entdecker ſelbſt ſchreibt ſie Alluvialſchichten zu, welche den Bergkalk bedecken.

[74] (S. 287.) F. von Alberti, Monographie des Bunten Sandſteins, Muſchelkalks und Keupers 1834 S. 119 und 314.

[75] (S. 287.) Siehe die ſcharfſinnigen Betrachtungen von Hermann v. Meyer über die Organiſation der fliegenden Saurier in Palaeologica S. 228—252. Auf dem verſteinerten Exemplar des Pterodactylus crassirostris, welcher wie der länger berühmte P. longirostris (Ornithocephalus, Sömmering) zu Solenhofen im lithographiſchen Schiefer der oberen Jura-Formation gefunden worden iſt, hat Profeſſor Goldfuß ſelbſt Spuren der Flughäute „mit den Abdrücken der gekrümmten flockigen, hier und da zolllangen Haare des Felles" entdeckt.

[76] (S. 288.) Cuvier, recherches sur les Ossemens fossiles T. I. p. LII—LVII (vergl. auch die geologiſche Zeit-Scale in Phillipps, Geology 1837 p. 166—185).

77 (S. 289.) Agaſſiz, Poissons fossiles T. I. p. XXX und T. III. p. 1—52; Buckland, Geology Vol. I. p. 273—277.

78 (S. 289.) Ehrenberg über noch jetzt lebende Thierarten der Kreidebildung in den Abhandl. der Berliner Akad. aus dem J. 1839 S. 164.

79 (S. 290.) Valenciennes in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. VII. 1838 p. 580.

80 (S. 290.) Im Weald-Clay; Beudant, Géologie p. 173. Die Ornitholithen nehmen zu im Gyps der Tertiär-Formation (Cuvier, Ossemens fossiles T. III. p. 302—328).

81 (S. 290.) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. aus dem J. 1830 S. 135—187.

82 (S. 290.) Quenſtedt, Flözgebirge Würtembergs 1843 S. 135.

83 (S. 291.) Derſelbe S. 13.

84 (S. 291.) Murchiſon theilt den bunten Sandſtein in zwei Abtheilungen: deren obere der Trias von Alberti verbleibt; während er aus der unteren, zu welcher der Vogeſen-Sandſtein von Elie de Beaumont gehört, aus dem Zechſtein und Todtliegenden ſein permiſches Syſtem bildet. Mit der oberen Trias, d. h. mit der oberen Abtheilung unſeres bunten Sandſteins, beginnen ihm erſt die ſecundären Formationen; das permiſche Syſtem, der Kohlenkalk oder Bergkalk, die devoniſchen und ſiluriſchen Schichten ſind ihm paläozoiſche Gebilde. Nach dieſen Anſichten heißen Kreide und Jura die oberen: Keuper, Muſchelkalk und der bunte Sandſtein die unteren ſecundären Formationen; das permiſche Syſtem und der Kohlenkalk heißen das obere, die devoniſchen und ſiluriſchen Schichten zuſammen das untere paläozoiſche Gebilde. Die Fundamente dieſer allgemeinen Claſſification finden ſich in dem großen Werke entwickelt, in welchem der unermüdete britiſche Geognoſt einen großen Theil des ganzen öſtlichen Europa's darſtellen wird.

85 (S. 292.) Cuvier, Ossemens fossiles 1821 T. I. p. 157, 261 und 264. (Vergl. Humboldt über die Hochebene von Bogota in der Deutſchen Vierteljahrs-Schrift 1839 Bd. I. S. 117.)

86 (S. 292.) Journal of the Asiatic Society of Bengal 1844 p. 109.

87 (S. 293.) Beyrich in Karſten's Archiv für Mineralogie Bd. XVIII. 1844 S. 218.

88 (S. 293.) Durch die trefflichen Arbeiten vom Grafen Sternberg, von Adolph Brongniart, Göppert und Lindley.

89 (S. 294.) S. Robert Brown, Botany of Congo p. 42; und den unglücklichen d'Urville in dem Memoire: de la distribution des Fougères sur la surface du globe terrestre.

90 (S. 294.) Dahin gehören die vom Grafen Sternberg entdeckten und von Corda beſchriebenen Cycadeen aus der alten Steinkohlen-Formation zu Radnitz in Böhmen (2 Arten Cycadites und Zamites Cordai; ſ. Göppert, foſſile Cycadeen in den Arbeiten der Schleſ. Geſellſchaft für vaterl. Cultur im J. 1843 S. 33, 37, 40 und 50). Auch in der oberſchleſiſchen Steinkohlen-Formation zu Königshütte iſt eine Cycadee, Pterophyllum gonorrhachis Goepp., gefunden worden.

91 (S. 294.) Lindley, Fossil Flora No. 15 p. 163.

92 (S. 294.) Fossil Coniferae in Buckland, Geology p. 483—490. Herr Witham hat das große Verdienſt, die Exiſtenz der Coniferen in der frühen Vegetation des alten Steinkohlen-Gebildes zuerſt erkannt zu haben. Vormals wurden faſt alle in dieſer Formation vorkommenden Holzſtämme als Palmen beſchrieben. Die Arten des Geſchlechts Araucarites ſind aber nicht der Steinkohlen-Formation der britiſchen Inſeln allein eigenthümlich, ſie finden ſich auch in Oberſchleſien.

93 (S. 294.) Adolph Brongniart, Prodrome d'une hist. des Végétaux fossiles p. 179; Buckland, Geology p. 479; Endlicher und Unger, Grundzüge der Botanik 1843 S. 455.

94 (S. 294.) „By means of Lepidodendron a better passage is established from Flowering to Flowerless Plants than by either Equisetum or Cycas or any other known genus.“ Lindley und Hutton, Fossil Flora Vol. II. p. 53.

95 (S. 295.) Kunth, Anordnung der Pflanzenfamilien in ſeinem Handb. der Botanik S. 307 und 314.

96 (S. 295.) Daß Steinkohlen nicht durch Feuer verkohlte Pflanzenfaſern ſind, ſondern ſich wahrſcheinlich auf naſſem Wege, unter Mitwirkung von Schwefelſäure, gebildet haben: beweiſt auffallend, nach Göppert's ſcharfſinniger Beobachtung (Karſten,

Archiv für Mineralogie Bd. XVIII. S. 530), ein Stück in ſchwarze Kohle verwandelten Bernſteinbaumes. Die Kohle liegt dicht neben dem ganz unzerſetzten Bernſtein. Ueber den Antheil, welchen niedrige Gewächſe an der Bildung der Kohlenflöze haben können, ſ. Link in den Abhandl. der Berliner Akademie der Wiſſ. aus dem J. 1838 S. 38.

97 (S. 295.) S. die genaue Arbeit von Chevandier in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVIII. 1844 p. 285. Um die 7 Linien dicke Schicht Kohlenſtoff mit den Steinkohlen-Flözen zu vergleichen, muß man noch auf den ungeheuren Druck Rückſicht nehmen, welchen dieſe Flöze von dem darüber liegenden Geſtein erleiden und welcher ſich meiſt in der abgeplatteten Geſtalt der unterirdiſchen Baumſtämme offenbart. „Die ſogenannten hölzernen Berge an dem ſüdlichen Ufer der 1806 von Sirowatſkoi entdeckten Inſel Neu-Sibirien beſtehen nach Hedenſtröm in einer Höhe von 30 Faden aus horizontalen Schichten von Sandſtein, die mit bituminöſen Baumſtämmen abwechſeln. Auf dem Gipfel der Berge ſtehen die Stämme ſenkrecht. Die Schicht voll Treibholz iſt 5 Werſte lang ſichtbar." S. Wrangel, Reiſe längs der Nordküſte von Sibirien in den Jahren 1820—1824 Th. I. S. 102.

98 (S. 296.) Dieſe Corypha iſt die soyate (aztekiſch zoyatl) oder Palma dulce der Eingebornen; ſ. Humboldt und Bonpland, Synopsis Plant. aequinoct. Orbis Novi T. I. p. 302. Ein tiefer Kenner der amerikaniſchen Sprachen, Profeſſor Buſchmann, bemerkt, daß die Palma soyate auch in Yepes Vocabulario de la Lengua Othomi genannt wird und daß das aztekiſche Wort zoyatl (Molina, Vocabulario en lengua mexicana y castellana p. 25) ſich in Ortsnamen Zoyatitlan und Zoyapanco bei Chiapa wiederfindet.

99 (S. 296.) Bei Baracoa und Cayos de Moa; ſ. Tagebuch des Admirals vom 25 und 27 November 1492 und Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. du Nouveau Continent T. II. p. 252 und T. III. p. 23. Columbus iſt ſo aufmerkſam auf alle Naturgegenſtände, daß er ſchon und zwar zuerſt Podocarpus von Pinus unterſcheidet. Ich finde, ſagt er: „en la tierra aspera del Cibao pinos que no llevan piñas (Tannenzapfen), pero por tal orden compuestos por naturaleza, que (los frutos) parecen azeytunas del Axarafe de Sevilla." Der große Pflanzen-

kenner Richard, als er ſeine treffliche Abhandlung über Cycadeen und Coniferen herausgab, hatte nicht geahndet, daß vor L'Héritier ſchon am Ende des 15ten Jahrhunderts Podocarpus von den Abietineen durch einen Seefahrer getrennt worden ſei.

[100] (S. 297.) Charles Darwin, Journal of the Voyages of the Adventure and Beagle 1839 p. 271.

[1] (S. 297.) Göppert beſchreibt noch drei Cycadeen (Arten von Cycadites und Pterophyllum) aus dem Braunkohlen-Schieferthon von Altſattel und Commotau in Böhmen, vielleicht aus der Eocän-Periode (Göppert in der Anm. 90 angeführten Schrift S. 61).

[2] (S. 298.) Buckland, Geology p. 509.

[3] (S. 299.) Leopold von Buch in den Abhandl. der Akad. der Wiſſ. zu Berlin aus den J. 1814—1815 S. 161 und in Poggendorff's Annalen Bd. IX. S. 575; Elie de Beaumont in den Annales des Sciences Nat. T. XIX. p. 60.

[4] (S. 300.) Vergl. Elie de Beaumont, descr. géol. de la France T. I. p. 65; Beudant, Géologie 1844 p. 209.

[5] (S. 304.) Transactions of the Cambridge Philosophical Society Vol. VI. P. 2. 1837 p. 297. Nach Anderen wie 100 : 284.

[6] (S. 305.) Im Mittelalter herrſchte die Meinung, daß die Meere nur den ſiebenten Theil der Erdoberfläche bedeckten: eine Meinung, welche der Cardinal d'Ailly (Imago Mundi cap. 8) auf das apocryphiſche 4te Buch Eſra gründete. Columbus, der ſeine cosmologiſchen Kenntniſſe immer aus den Werken des Cardinals ſchöpfte, hatte ein großes Intereſſe dieſe Meinung von der Kleinheit der Meere, zu welcher wohl auch der mißverſtandene Ausdruck des „Fluſſes Ocean" beitrug, zu vertheidigen. Vergl. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. I. p. 186.

[7] (S. 306.) Agathemeros in Hudſon, Geographi Graeci minores Vol. II. p. 4. Vergl. Humboldt, Asie centr. T. I. p. 120 und 125.

[8] (S. 306.) Strabo lib. I p. 65 Caſaub. Vergl. Humboldt, Examen crit. T. I. p. 152.

[9] (S. 307.) Vergl. über die mittlere Breite der nord-aſiatiſchen Küſte und die wahre Benennung der Vorgebirge Taimura

(Cap siewero-wostotschnoi) und Cap Nordoſt (Schalagskoi mys) Humboldt, Asie centrale T. III. p. 35 und 37.

10 (S. 308.) Eben daſelbſt T. I. p. 198—200. Auch die Südſpitze von Amerika ſammt dem Archipelagus, welchen wir das Feuerland nennen, liegt im Meridian des nördlichſten Theils der Baffinsbai und des großen noch unbegrenzten Polarlandes, das vielleicht zu Weſt-Grönland gehört.

11 (S. 308.) Strabo lib. II p. 92 und 108 Caſaub.

12 (S. 308.) Humboldt, Asie centrale T. III. p. 25. Ich habe ſchon früh (1817) in meinem Werke: de distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium auf jene, für Klimatologie und Menſchengeſittung gleich wichtigen Unterſchiede gegliederter und ungegliederter Continente aufmerkſam gemacht: „Regiones vel per sinus lunatos in longa cornua porrectae, angulosis littorum recessibus quasi membratim discerptae, vel spatia patentia in immensum, quorum littora nullis incisa angulis ambit sine anfractu Oceanus“ (p. 81 und 182). Ueber das Verhältniß der Küſtenlängen zum Areal eines Continents (gleichſam das Maaß der Zugänglichkeit des Inneren) ſ. die Unterſuchungen in Berghaus Annalen der Erdkunde Bd. XII. 1835 S. 490 und phyſikal. Atlas 1839 No. III. S. 69.

13 (S. 308.) Strabo lib. II p. 126 Caſaub.

14 (S. 309.) Von Afrika ſagt ſchon Plinius (V, 1): „Nec alia pars terrarum pauciores recipit sinus.“ Auch die kleine indiſche Halbinſel dieſſeits des Ganges bietet als Dreieck eine dritte ſehr analoge Form dar. Im griechiſchen Alterthume herrſchten Meinungen von einer regelmäßigen Geſtaltung der Feſten. Es ſollte vier Buſen geben: unter denen der perſiſche dem hyrcaniſchen (d. i. dem caſpiſchen Meere) gegenübergeſtellt wird (Arrian VII, 16; Plut. in vita Alexandri cap. 44; Dionyſ. Perieg. v. 48 und 630 pag. 11 und 38 Bernh.). Die vier Buſen und die Landengen ſollen ſich ſogar, nach den optiſchen Phantaſien des Ageſianax, auf der Mondſcheibe abſpiegeln (Plut. de facie in orbe Lunae p. 921, 19). Ueber die terra quadrifida oder die vier Feſtlande, deren zwei nördlich und zwei ſüdlich vom Aequator liegen, ſ. Macrobius, comm. in Somnium Scipionis II, 9. Ich habe dieſen Theil der alten Geographie, über welchen viel

Verwirrung herrſcht, einer neuen und ſorgfältigen Prüfung unterworfen im Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 119, 145, 180—185; wie in Asie centr. T. II. p. 172—178.

15 (S. 309.) Fleurieu im Voyage de Marchand autour du Monde T. IV. p. 38—42.

16 (S. 309.) Humboldt im Journal de Physique T. LIII. 1799 p. 33 und Rel. hist. T. II. p. 19, T. III. p. 189 und 198.

17 (S. 310.) Humboldt in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XL. S. 171. Ueber die merkwürdige Fjordbildung an dem Südoſt-Ende von Amerika ſ. Darwin, Journal (narrative of the Voyages of the Adventure and Beagle Vol. III.) 1839 p. 266. Der Parallelismus der beiden Bergketten erhält ſich von 5° ſüdlicher bis 5° nördlicher Breite. Die Wendung der Richtung der Küſte bei Arica ſcheint die Folge des veränderten Streichens der Gangkluft (Spalte) zu ſein, auf welcher die Cordillera de los Andes aufgeſtiegen iſt.

18 (S. 312.) De la Beche, Sections and Views illustrative of Geological Phenomena 1830 Tab. 40; Charles Babbage, observations on the Temple of Serapis at Pozzuoli near Naples and on certain causes which may produce Geological Cycles of great extent 1834. „Eine Sandſtein-Schicht von 5 engl. Meilen Dicke wird, wenn ſie ſich um 100° Fahr. erwärmt, in ihrer Oberfläche um 25 Fuß ſteigen. Erhitzte Lettenſchichten müſſen dagegen durch Contraction ein Sinken des Bodens hervorbringen." Vergl. die Berechnungen für das ſeculare Steigen von Schweden, unter der Vorausſetzung der geringen Zunahme von 3° Réaum. in einer 140000 Fuß dicken, zu Schmelzhitze erwärmten Schicht, in Biſchof, Wärmelehre des Innern unſers Erdkörpers S. 303.

19 (S. 312.) „Die (bisher ſo ſicher ſcheinende) Vorausſetzung des Gleichbleibens der Schwere an einem Meſſungspunkte iſt durch die neuen Erfahrungen über die langſame Erhebung großer Theile der Erdoberfläche einigermaßen unſicher geworden." Beſſel über Maaß und Gewicht in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 134.

20 (S. 313.) Th. II. (1810) S. 389. Vergl. Hallſtröm in Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar (Stockh.) 1823

p. 30; Lyell in den Philos. Transact. for 1835 p. 1; Blom (Amtmann in Budſkerud), ſtat. Beſchr. von Norwegen 1843 S. 89—116. Wenn, nicht vor Leopolds von Buch Reiſe nach Scandinavien, ſondern vor der Herausgabe dieſes Werkes, ſchon Playfair 1802 in den Illustrations of the Huttonian Theory § 393, und, wie Keilhau (om Landjordens Stigning i Norge in dem nyt Magazin for Naturvidenskaberne) erinnert, vor Playfair der Däne Jeſſen ebenfalls ſchon die Vermuthung geäußert hat, daß nicht das Meer ſinke, ſondern das feſte Land von Schweden ſich erhebe; ſo ſind dieſe Aeußerungen unſerm großen Geognoſten gänzlich unbekannt geblieben und haben keinen Einfluß auf die Fortſchritte der phyſiſchen Erdbeſchreibung ausgeübt. Jeſſen hat in ſeinem Werke Kongeriget Norge fremstillet efter dets naturlige og borgerlige Tilstand, Kjöbenh. 1763, die Urſachen der Veränderung des Niveau-Verhältniſſes des Meeres zur Höhe der Küſten nach den alten Angaben von Celſius, Kalm und Dalin zu ergründen geſucht. Er äußert verworrene Ideen über die Möglichkeit eines inneren Wachſens und Zunehmens der Steine (des felſigen Bodens), erklärt ſich aber zuletzt doch für Erhebung des Landes als Folge von Erdbeben. „Obgleich", ſagt er, „gleich nach dem Erdbeben (bei Egerſund) keine ſolche Erhebung bemerkt worden iſt, ſo könnte doch dadurch anderen Urſachen die Gelegenheit dazu eröffnet worden ſein."

21 (S. 313.) Berzelius, Jahres-Bericht über die Fortſchritte der phyſiſchen Wiſſ. Jahrg. 13. 1834 S. 386—9, Jahrg. 17. 1838 S. 415. Die Inſeln Saltholm, Kopenhagen gegenüber, und Bornholm ſteigen aber ſehr wenig; Bornholm kaum 1 Fuß in einem Jahrhundert. S. Forchhammer im Philos. Magazine Series III. Vol. II. p. 309.

22 (S. 313.) Keilhau im nyt Mag. for Naturvid. 1832 Bd. I. p. 105—254, Bd. II. p. 57; Bravais sur les lignes d'ancien niveau de la Mer 1843 p. 15—40. Vergl. auch Darwin on the Parallel roads of Glen-Roy and Lochaber in den Philos. Transact. for 1839 p. 60.

23 (S. 314.) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 319—324 und T. III. p. 549—551. Die Depreſſion des todten Meeres iſt nach und nach ergründet worden durch die barometriſchen Meſſungen

von Graf Bertou, durch die weit ſorgfältigeren von Rußegger, und durch die trigonometriſche Meſſung des engliſchen Schiffs-Lieutenants Symond. Die letzte gab, nach einem Briefe, den Herr Alderſon an die geographiſche Geſellſchaft zu London richtete und den mir mein Freund, der Capitän Waſhington, mitgetheilt, — 1506 Fuß für den Unterſchied des Waſſerſpiegels des todten Meeres und des höchſten Hauſes in Jaffa. Herr Alderſon glaubte damals (28 Nov. 1841), das todte Meer liege ohngefähr 1314 Fuß unter dem Niveau des mittelländiſchen Meeres. In einer neueren Mittheilung des Lieutenants Symond (Jameſon's Edinb. new Philos. Journal Vol. XXXIV. 1843 p. 178) wird als Endreſultat zweier ſehr mit einander übereinſtimmender trigonometriſchen Operationen die Zahl 1231 Fuß (immer Pariſer Maaß) angegeben.

24 (S. 314.) Sur la Mobilité du fond de la Mer Caspienne in meiner Asie centr. T. II. p. 283—294. Auf meine Aufforderung hat die kaiſerliche Akademie der Wiſſenſchaften zu St. Petersburg 1830 bei Baku auf der Halbinſel Abſcheron durch den gelehrten Phyſiker Lenz feſte Marken (Zeichen, den mittleren Waſſerſtand zu einer beſtimmten Epoche angebend) an verſchiedenen Punkten eingraben laſſen. Auch habe ich 1839 in einem der Nachträge zu der Inſtruction, welche dem Capitän Roß für die antarctiſche Expedition ertheilt ward, darauf gedrungen, daß überall an Felſen in der ſüdlichen Hemiſphäre, wo ſich dazu Gelegenheit fände, Marken, wie in Schweden und am caſpiſchen Meere, eingegraben werden möchten. Wäre dies ſchon auf den älteſten Reiſen von Bougainville und Cook geſchehen, ſo würden wir jetzt wiſſen: ob die ſeculare relative Höhenveränderung von Meer und Land ein allgemeines oder nur ein örtliches Naturphänomen ſei; ob ein Geſetz der Richtung in den Punkten erkannt werden kann, die gleichzeitig ſteigen oder ſinken.

25 (S. 314.) Ueber das Sinken und Steigen des Bodens der Südſee und die verſchiedenen areas of alternate movements ſ. Darwin's Journal p. 557 und 561—566.

26 (S. 317.) Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 232—234. Vergl. auch die ſcharfſinnigen Bemerkungen über Erdgeſtaltung und Lage der Höhenzüge in Albrechts von Roon Grundzügen der Erd-, Völker- und Staatenkunde Abth. I. 1837 S. 158, 270 und 276.

27 (S. 318.) Leop. von Buch über die geognoſtiſchen

Syſteme von Deutſchland in ſeinen geogn. Briefen an Alexander von Humboldt 1824 S. 265—271; Elie de Beaumont, recherches sur les Révolutions de la Surface du Globe 1829 p. 297—307.

28 (S. 318.) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 277—283. Siehe auch mein Essai sur le Gisement des Roches 1822 p. 57 und Relat. hist. T. III. p. 244—250.

29 (S. 319.) Asie centrale T. I. p. 284—286. Das adriatiſche Meer folgt auch der Richtung SO—NW.

30 (S. 319.) De la hauteur moyenne des continents in der Asie centrale T. I. p. 82—90 und 165—189. Die Reſultate, welche ich erhalten, ſind als Grenz-Zahlen (nombres-limites) zu betrachten. Laplace hat die mittlere Höhe der Continente zu 3078 Fuß, alſo wenigſtens um das Dreifache zu hoch, angeſchlagen. Der unſterbliche Geometer (Mécanique céleste T. V. p. 14) ward zu dieſer Annahme durch Hypotheſen über die mittlere Tiefe des Meeres veranlaßt. Ich habe gezeigt (Asie centr. T. I. p. 93), wie ſchon die Alexandriniſchen Mathematiker nach dem Zeugniß des Plutarchus (in Aemilio Paulo cap. 15) dieſe Meerestiefe durch die Höhe der Berge bedingt glaubten. Die Höhe des Schwerpunkts des Volums der Continental-Maſſen iſt in dem Lauf der Jahrtauſende wahrſcheinlich kleinen Veränderungen unterworfen.

31 (S. 320.) Zweiter geologiſcher Brief von Elie de Beaumont an Alexander von Humboldt in Poggendorff's Annalen Bd. XXV. S. 1—58.

32 (S. 321.) Humboldt, Relation hist. T. III. chap. XXIX p. 514—530.

33 (S. 323.) Siehe die Reihe meiner Beobachtungen in der Südſee von 0° 5′ bis 13° 16′ nördlicher Breite in Asie centr. T. III. p. 354.

34 (S. 323.) „On pourra (par la température de l'Océan sous les tropiques) attaquer avec succès une question capitale restée jusqu'ici indécise, la question de la constance des températures terrestres, sans avoir à s'inquiéter des influences locales naturellement fort circonscrites, provenant du déboisement des plaines et des montagnes, du dessèchement des lacs et des marais. Chaque siècle, en léguant aux siècles futurs quelques chiffres bien faciles à obtenir, leur donnera le moyen peut-être le plus simple,

le plus exact et le plus direct de décider si le soleil, aujourd'hui source première, à peu près exclusive de la chaleur de notre globe, change de constitution physique et d'éclat, comme la plupart des étoiles: ou si au contraire cet astre est arrivé à un état permanent.“ Arago in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences T. XI. 1840 p. 309.

35 (S. 324.) Humboldt, Asie centr. T. II. p. 321 u. 327.

36 (S. 324.) S. die numeriſchen Reſultate a. a. O. T. II. p. 328—333. Durch das geodätiſche Nivellement, welches auf meine Bitte mein vieljähriger Freund, der General Bolivar, durch Lloyd und Falmarc hat in den Jahren 1828 und 1829 ausführen laſſen, iſt erwieſen, daß die Südſee höchſtens 3²/₅ Fuß höher als das antilliſche Meer liegt; ja daß zu verſchiedenen Stunden der relativen Ebbe- und Fluthzeit bald das eine, bald das andere Meer das niedere iſt. Wenn man bedenkt, daß in einer Länge von 16 Meilen und bei 933 Einſtellungen des gebrauchten Niveau's in eben ſo vielen Stationen man ſich leicht um eine halbe Toiſe habe irren können, ſo findet man hier einen neuen Beweis des Gleichgewichts der um das Cap Horn ſtrömenden Waſſer (Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1831 p. 319). Ich hatte durch Barometer-Meſſungen, die ich in den Jahren 1799 und 1804 anſtellte, ſchon zu erkennen geglaubt, daß, wenn ein Unterſchied zwiſchen dem Niveau der Südſee und des antilliſchen Meeres vorhanden wäre, derſelbe nicht über 3 Meter (9 Fuß 3 Zoll) betragen könne. S. meine Relat. hist. T. III. p. 555—557 und Annales de Chimie T. I. p. 55—64. Die Meſſungen, welche den hohen Stand der Waſſer im Golf von Mexico und in dem nördlichſten Theile des adriatiſchen Meeres durch Verbindung der trigonometriſchen Operationen von Delcros und Choppin mit denen der ſchweizeriſchen und öſtreichiſchen Ingenieure beweiſen ſollen, ſind vielem Zweifel unterworfen. Es iſt trotz der Form des adriatiſchen Meeres unwahrſcheinlich, daß der Waſſerſpiegel in ſeinem nördlichſten Theile faſt 26 Fuß höher als der Waſſerſpiegel des Mittelmeers bei Marſeille und 23,4 höher als der atlantiſche Ocean ſei. S. meine Asie centr. T. II. p. 332.

37 (S. 325.) Beſſel über Fluth und Ebbe in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 225.

38 (S. 326.) Die relative Dichte der Waſſertheilchen hängt

(was nicht ſorgfältig genug in den Unterſuchungen über die Urſach der Strömungen unterſchieden wird) gleichzeitig von der Temperatur und der Stärke des Salzgehalts ab. Der unterſeeiſche Strom, welcher die kalten Polarwaſſer den Aequatorial-Gegenden zuführt, würde einer ganz entgegengeſetzten Richtung vom Aequator gegen die Pole folgen, wenn die Verſchiedenheit des Salzgehalts allein wirkte. In dieſer Hinſicht iſt die geographiſche Vertheilung der Temperatur und der Dichte der Waſſertheilchen unter den verſchiedenen Breiten- und Längenzonen des Weltmeers von großer Wichtigkeit. Die zahlreichen Beobachtungen von Lenz (Poggendorff's Annalen Bd. XX. 1830 S. 129) und die auf Capitän Beechey's Reiſe geſammelten (Voyage to the Pacific Vol. II. p. 727) verdienen eine beſondere Beachtung. Vergl. auch Humboldt, Relat. hist. T. I. p. 74 und Asie centrale T. III. p. 356.

39 (S. 327.) Humboldt, Relat. hist. T. I. p. 64; nouvelles Annales des Voyages 1839 p. 255.

40 (S. 327.) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 100. Columbus ſetzt bald hinzu (Navarrete, coleccion de los Viages y Descubrimientos de los Españoles T. I. p. 260), daß „in dem antilliſchen Meere die Bewegung am ſtärkſten iſt". In der That nennt jene Region Rennell (investigation of Currents p. 23) „not a current, but a sea in motion".

41 (S. 327.) Petrus Martyr de Angleria de rebus Oceanicis et Orbe Novo, Bas. 1523, Dec. III lib. VI p. 57. Vergl. Humboldt, Examen critique T. II. p. 254—257 und T. III. p. 108.

42 (S. 327.) Humboldt, Examen crit. T. II. p. 250, Relat. hist. T. I. p. 66—74.

43 (S. 328.) Humboldt, Examen crit. T. III. p. 64—109.

44 (S. 332.) Die unbekannte Stimme ſagte ihm: „maravillosamente Dios hizo sonar tu nombre en la tierra; de los atamientos de la mar Oceana, que estaban cerrados con cadenas tan fuertes, te dió las llaves." Der Traum des Columbus iſt erzählt in dem Briefe an die catholiſchen Monarchen vom 7 Julius 1503 (Humboldt, Examen critique T. III. p. 234).

45 (S. 333.) Bouſſingault, recherches sur la composition de l'Atmosphère in den Annales de Chimie

et de Physique T. LVII. 1834 p. 171—173; derſelbe eben daſelbſt T. LXXI. 1839 p. 116. Nach Bouſſingault und Lewy oſcillirte der Kohlenſäure-Gehalt des Luftkreiſes in Andilly, alſo fern von den Ausdünſtungen der Städte, nur zwiſchen 0,00028 und 0,00031 im Volum.

46 (S. 333.) Liebig in ſeinem wichtigen Werke: die organiſche Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Phyſiologie 1840 S. 64—72. Ueber Einfluß der Luft-Electricität auf Erzeugung des ſalpeterſauren Ammoniaks, der ſich bei Berührung mit Kalk in kohlenſauren verwandelt, ſ. Bouſſingault, Économie rurale considérée dans ses rapports avec la Chimie et la Météorologie 1844 T. II. p. 247 und 697 (vergl. auch T. I. p. 84).

47 (S. 333.) Lewy in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVII. 1843 p. 235—248.

48 (S. 333.) J. Dumas in den Annales de Chimie 3ème Série T. III. 1841 p. 257.

49 (S. 333.) In dieſer Aufzählung iſt des nächtlichen Aushauchens der Kohlenſäure durch die Pflanzen, indem ſie Sauerſtoff einhauchen, nicht gedacht, da dieſe Vermehrung der Kohlenſäure reichlich durch den Reſpirationsproceß der Pflanzen während des Tages erſetzt wird. Vergl. Bouſſingault, Écon. rurale T. I. p. 53—68; Liebig, organiſche Chemie S. 16 und 21.

50 (S. 334.) Gay-Luſſac in den Annales de Chimie T. LIII. p. 120; Payen, mém. sur la composition chimique des Végétaux p. 36 und 42; Liebig, org. Chemie S. 299—345; Bouſſingault, Écon. rurale T. I. p. 142—153.

51 (S. 335.) Bouvard hat im Jahr 1827 durch Anwendung der Formeln, die Laplace kurz vor ſeinem Tode dem Längen-Bureau übergeben hatte, gefunden, daß der Theil der ſtündlichen Oſcillationen des Luftdruckes, welcher von der Anziehung des Mondes herrührt, das Queckſilber im Barometer zu Paris nicht über $^{18}/_{1000}$ eines Millimeters erheben könne: während nach 11jährigen Beobachtungen eben daſelbſt die mittlere Barometer-Oſcillation von 9 Uhr Morgens bis 3 Uhr Nachmittags 9,756 Millimeter, von 3 Uhr Nachmittags bis 9 Uhr Abends 0,373 Millimeter war. S. Mémoires de l'Acad. des Sciences T. VII. 1827 p. 267.

52 (S. 336.) Observations faites pour constater la marche des variations horaires du Baromètre sous

les Tropiques, in meiner Relation hist. du Voyage aux Régions Équinoxiales T. III. p. 270—313.

53 (S. 336.) Bravais in Kaemtz et Martins, Météorologie p. 263. Zu Halle (Br. 51° 29′) iſt die Größe der Oſcillation noch 0,28 Linien. Auf den Bergen in der gemäßigten Zone ſcheint eine große Menge von Beobachtungen erforderlich zu ſein, um zu einem ſicheren Reſultate über die Wendeſtunden zu gelangen. Vergl. die Beobachtungen ſtündlicher Variationen, welche auf dem Faulhorn 1832, 1841 und 1842 geſammelt wurden, in Martins, Météorologie p. 254.

54 (S. 337.) Humboldt, essai sur la Géographie des Plantes 1807 p. 90. Derſelbe in der Rel. hist. T. III. p. 313, und über den verminderten Luftdruck in der Tropengegend des atlantiſchen Oceans in Poggend. Annalen der Phyſik Bd. XXXVII. S. 245—258 und S. 468—486.

55 (S. 337.) Dauſſy in den Comptes rendus T. III. p. 136.

56 (S. 337.) Dove über die Stürme, in Poggend. Ann. Bd. LII. S. 1.

57 (S. 338.) Leopold von Buch, barometriſche Windroſe, in den Abhandl. der Akad. der Wiſſ. zu Berlin aus den J. 1818—1819 S. 187.

58 (S. 338.) S. Dove, meteorologiſche Unterſuchungen 1837 S. 99—343, und die ſcharfſinnigen Bemerkungen von Kämtz über das Herabſinken des Weſtwindes der oberen Luftſchichten in höheren Breiten und die allgemeinen Phänomene der Windesrichtung in ſeinen Vorleſungen über Meteorologie 1840 S. 58—66, 196—200, 327—336, 353—364; Kämtz in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 291—302. Eine ſehr gelungene und lebendige Darſtellung meteorologiſcher Anſichten hat Dove in ſeiner kleinen Schrift: Witterungsverhältniſſe von Berlin 1842 gegeben. Ueber frühe Kenntniß der Seefahrer von der Drehung des Windes vergl. Churruca, Viage al Magallanes 1793 p. 15; und über einen denkwürdigen Ausſpruch von Chriſtoph Columbus, den uns ſein Sohn Don Fernando Colon in der Vida del Almirante cap. 55 erhalten hat: Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. IV. p. 253.

59 (S. 339.) Monsun (malayiſch musim, der hippalus der Griechen) wird abgeleitet von dem arabiſchen Worte mausim:

beſtimmte Zeit, Jahreszeit, Zeit der Verſammlung der Pilger in Mekka. Das Wort iſt auf die Jahreszeit der regelmäßigen Winde übergetragen, welche Namen haben von den Gegenden, aus denen ſie wehen; ſo ſagt man Mausim von Aden, Guzerat, Malabar u. ſ. w. (Laſſen, Indiſche Alterthumskunde Bd. I. 1843 S. 211.) Ueber den Gegenſatz der feſten oder flüſſigen Grundlage der Atmoſphäre ſ. Dove in den Abhandl. der Akad. der Wiſſ. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 239.

60 (S. 344.) Humboldt, recherches sur les causes des Inflexions des Lignes isothermes in der Asie centr. T. III. p. 103–114, 118, 122, 188.

61 (S. 346.) Georg Forſter, kleine Schriften Th. III. 1794 S. 87; Dove in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 289; Kämtz, Meteorologie Bd. II. S. 41, 43, 67 und 96; Arago in den Comptes rendus de l'Ac. des Sc. T. I. p. 268.

62 (S. 347.) Dante, Divina Commedia, Purgatorio canto III.

63 (S. 349.) Humboldt sur les Lignes isothermes in den Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil T. III. Paris 1817 p. 143—165; Knight in den Transactions of the Horticultural Society of London Vol. l. p. 32; Watſon, remarks on the geographical distribution of British Plants 1835 p. 60; Trevelyan in Jameſon's Edinb. new Philos. Journal Vol. 18. 1835 p. 154; Mahlmann in ſeiner vortrefflichen deutſchen Ueberſetzung und Bearbeitung meiner Asie centrale Th. II. S. 60.

64 (S. 349.) „Haec de temperie aeris, qui terram late circumfundit, ac in quo, longe a solo, instrumenta nostra meteorologica suspensa habemus. Sed alia est caloris vis, quem radii solis nullis nubibus velati, in foliis ipsis et fructibus maturescentibus, magis minusve coloratis, gignunt, quemque, ut egregia demonstrant experimenta amicissimorum Gay-Lussacii et Thenardi de combustione chlori et hydrogenis, ope thermometri metiri nequis. Etenim locis planis et montanis, vento libe spirante, circumfusi aeris temperies eadem esse potest coelo sudo vel nebuloso; ideoque ex observationibus solis thermometricis, nullo adhibito Photometro, haud cognosces, quam ob causam Galliae septentrionalis tractus Armoricanus et Nervicus, versus littora, coelo temperato sed sole raro utentia, Vitem fere non tolerant.

Egent enim stirpes non solum caloris stimulo, sed et lucis, quae magis intensa locis excelsis quam planis, duplici modo plantas movet, vi sua tum propria, tum calorem in superficie earum excitante.“ (Humboldt de distributione geographica Plantarum 1817 p. 163—164.)

65 (S. 349.) Humboldt a. a. O. p. 156—161; Meyen in ſeinem Grundriß der Pflanzengeographie 1836 S. 379—467; Bouſſingault, Économie rurale T. II. p. 675.

66 (S. 350.) Hier folgt eine die europäiſche Weincultur erläuternde Tabelle in abſteigender Scale, gleichſam die Verſchlechterung des Weines nach Maaßgabe der klimatiſchen Verhältniſſe darſtellend. S. meine Asie centrale T. III. p. 159. Den Beiſpielen, welche im Text des Kosmos über die Weincultur bei Bordeaux und Potsdam gegeben worden, ſind noch die numeriſchen Verhältniſſe der Rhein- und Maingegenden (Br. 48° 35′ — 50° 7′) beigefügt. Cherbourg (Normandie) und Irland offenbaren am deutlichſten, wie bei Temperatur-Verhältniſſen, welche von denen des innern Landes nach Angabe der im Schatten beobachteten Thermometer wenig verſchieden ſind, die Pflanze bei heiterem ſonnigen oder durch Nebel verſchleiertem Himmel reife oder unreife Früchte trägt.

Orte	Breite	Höhe in Toiſen	Jahr	Winter	Frühjahr	Sommer	Herbſt	Beobachtungsjahre
Bordeaux	44°50′	4	13°,9	6°,1	13°,4	21°,7	14°,4	10
Straſsburg	48 35	75	9,8	1,2	10,0	18,1	10,0	35
Heidelberg	49 24	52	9,7	1,1	10,0	17,9	9,9	20
Manheim	49 29	47	10,3	1,5	10,4	19,5	9,8	12
Würzburg	49 48	88	10,1	1,6	10,2	18,7	9,7	27
Frankfurt a. M.	50 7	60	9,6	0,8	10,0	18,0	9,7	19
Berlin	52 31	16	8,6	—0,6	8,1	17,5	8,6	22
Cherbourg kein Wein	49 39	0	11,2	5,2	10,4	16,5	12,5	3
Dublin	53 23	0	9,5	4,6	8,4	15,3	9,8	13

Die große Uebereinſtimmung in der Vertheilung der Jahreswärme unter die verſchiedenen Jahreszeiten, welche die Angaben vom Rhein- und Mainthale darbieten, zeugt für die Genauigkeit der angewandten meteorologiſchen Beobachtungen. Als Winter ſind, wie in meteorologiſchen Tabellen am vortheilhafteſten iſt, die Monate December, Januar und Februar gerechnet. Die Thermometergrade ſind, wie im ganzen Kosmos, in hunderttheiliger Scale. Wenn man die Qualität der Weine in Franken oder den baltiſchen Ländern mit der mittleren Temperatur der Sommer- und Herbſtmonate um Würzburg und Berlin vergleicht, ſo iſt man faſt verwundert nur 1° bis 1°,2 Unterſchied zu finden; aber die Frühlings-Temperaturen ſind um 2° verſchieden; und die Blüthezeit der Rebe bei ſpäten Maifröſten, nach einem ebenfalls um 2° kälteren Winter, iſt ein eben ſo wichtiges Element als die Zeit der ſpäten Reife der Traube und die Wirkung des directen, nicht zerſtreuten (diffuſen) Lichtes bei unverdeckter Sonnenſcheibe. Der im Text berührte Unterſchied zwiſchen der wahren oberflächlichen Boden-Temperatur und den Angaben eines im Schatten beobachteten geſchützten Thermometers iſt von Dove durch funfzehnjährige Reſultate aus dem Garten zu Chiswick bei London ergründet worden. (Bericht über die Verhandl. der Berl. Akad. der Wiſſ. Auguſt 1844 S. 285.)

67 (S. 351.) Vergl. meine Abhandlung über die Haupt-Urſachen der Temperatur-Verſchiedenheit auf dem Erdkörper in den Abhandl. der Akad. der Wiſſenſch. zu Berlin aus dem Jahre 1827 S. 311.

68 (S. 351.) Die ſibiriſche Bodenfläche zwiſchen Tobolſk, Tomſk und Barnaul vom Altai zum Eismeere liegt nicht ſo hoch als Manheim und Dresden; ja ſelbſt weit in Oſten vom Jeniſei liegt Irkutſk (208 Toiſen) noch faſt ⅓ niedriger als München.

69 (S. 353.) Humboldt, Recueil d'Observations astronomiques Vol. I. p. 126—140; Relation historique T. I. p. 119, 141 und 227; Biot in der Connaissance des tems pour l'an 1841 p. 90—109.

70 (S. 355.) Anglerius de rebus Oceanicis Dec. II lib. 2 Bas. 1533 fol. 29 C. In der Sierra de Santa Marta, deren höchſte Gipfel 18000 Fuß Höhe zu überſteigen ſcheinen (ſ. meine Relat. hist. T. III. p. 214), heißt noch jetzt eine Spitze Pico de Gaira.

71 (S. 356.) Vergl. meine Tafel der Höhe des ewigen Schnees in beiden Hemiſphären von 71° ¼ nördlicher bis 53°54′ ſüdlicher Breite in der Asie centrale T. III. p. 360.

72 (S. 357.) Darwin, Journal of the Voyages of the Adventure and Beagle p. 297. Da der Vulkan von Aconcagua zu der Zeit nicht im Ausbruch begriffen war, ſo darf man wohl nicht das merkwürdige Phänomen der Schneeloſigkeit (wie bisweilen am Cotopaxi) innerer Durchwärmung (dem Ausziehen erhitzter Luft auf Spalten) zuſchreiben. (Gillies im Journal of Nat. Science 1830 p. 316.)

73 (S. 358.) S. mein second Mémoire sur les Montagnes de l'Inde in den Annales de Chimie et de Physique T. XIV. p. 5—55 und Asie centrale T. III. p. 281—327. Während in Indien ſelbſt die gründlichſten und erfahrenſten Reiſenden: Colebrooke, Webb und Hodgſon, Victor Jacquemont, Forbes Royle, Carl von Hügel und Vigne, welche alle den Himalaya aus eigener Anſchauung kannten, die größere Höhe der Schneegrenze am tübetiſchen Abfall bekräftigt hatten; wurde die Thatſache von John Gerard, von dem Geognoſten Mac Clelland, Herausgeber des Calcutta Journal, und vom Lieutenant Thomas Hutton (Assistant Surveyor of the Agra division) in Zweifel geſtellt. Die Erſcheinung meines Werkes über Central-Aſien hat den Streit von neuem angefacht. Ein eben angekommenes Stück des oſtindiſchen Journals für Naturgeſchichte (Mac Clelland and Griffith, the Calcutta Journal of natural history Vol. IV. 1844 January) enthält aber eine merkwürdige und ſehr entſcheidende Erklärung über die Schneegrenzen am Himalaya. Herr Batten (Bengal service) ſchreibt aus dem Lager von Semulka am Coſillah River in der Provinz Kumaon: „Erſt ſpät, aber mit Verwunderung, leſe ich die Behauptungen des Herrn Thomas Hutton über die Grenze des ewigen Schnees. Ich bin es der Wiſſenſchaft um ſo mehr ſchuldig ſolchen Behauptungen zu widerſprechen, als Herr Mac Clelland ſo weit geht, von dem Verdienſte zu ſprechen, welches ſich Herr Hutton (Journal of the Asiatic Society of Bengal Vol. IX. Calcutta 1840 p. 575, 578 und 580) dadurch ſoll erworben haben, daß er einen weit verbreiteten Irrthum aufgedeckt. Es wird ſogar irrig behauptet, daß jeder, der das Himalaya-Gebirge

durchſtrichen iſt, Hutton's Zweifel theilen müſſe. Ich bin Einer von denen, die den weſtlichen Theil unſrer mächtigen Gebirgskette am meiſten beſucht haben. Ich war durch den Borendo-Paß in das Buſpa-Thal und das untere Kunawur-Land gekommen, und durch den hohen Rupin-Paß in die Rewaien-Berge von Gurwal zurückgekehrt. Ich drang vor zu den Quellen des Jumna bis Jumnotri, wendete mich von da zu den Ganges-Zuflüſſen von Mundakni und Wiſchnu-Alukunnda nach Kadarnath und dem berühmten Schneegipfel von Nundidevi. Mehrmals wanderte ich über den Niti-Paß nach dem tübetiſchen Hochlande. Die Anſiedelung von Bhote-Mehals habe ich ſelbſt geſtiftet. Mein Wohnſitz mitten im Gebirge hat mich ſeit ſechs Jahren ununterbrochen mit europäiſchen und eingebornen Reiſenden in Verkehr geſetzt: mit ſolchen, die ich auf das ſorgfältigſte über den Anblick des Landes habe befragen können. Nach allen auf dieſe Weiſe eingeſammelten Erfahrungen bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, und bereit dieſelbe überall zu vertheidigen, daß in dem Himalaya die Grenze des ewigen Schnees an dem nördlichen (tübetiſchen) Abhange höher liegt als an dem ſüdlichen (indiſchen) Abhange. Herr Hutton verunſtaltet das Problem, indem er Humboldt's allgemeine Anſicht der Erſcheinung zu widerlegen glaubt; er ficht gegen ein von ihm ſelbſt geſchaffenes Phantaſiebild: er ſucht zu beweiſen, was wir ihm gern zugeben, daß an einzelnen Bergen des Himalaya der Schnee länger auf der nördlichen als auf der ſüdlichen Seite liegen geblieben iſt.“ (Vergl. auch oben die Note 5 zu Seite 11.) Wenn die mittlere Höhe des tübetiſchen Hochlandes 1800 Toiſen (10800 Fuß) iſt, ſo kann man daſſelbe mit dem lieblich fruchtbaren peruaniſchen Plateau von Caxamarca vergleichen. Es iſt nach dieſer Anſicht aber noch 1200 Fuß niedriger als die Hochebene von Bolivia um den See von Titicaca und als das Straßenpflaſter der Stadt Potoſi. Ladak liegt nach Vigne's Meſſung mittelſt der Beſtimmung des Siedepunkts 1563 Toiſen hoch. Wahrſcheinlich iſt dies auch die Höhe von Hlaſſa (Yul-ſung): einer Mönchsſtadt, welche chineſiſche Schriftſteller das Reich der Freude nennen und welche mit Weinbergen umgeben iſt. Sollten dieſe nicht in tief eingeſchnittenen Thälern liegen?

[74] (S. 359.) Vergl. Dove, meteorologiſche Vergleichung von Nordamerika und Europa, in Schumacher's

Jahrbuch für 1841 S. 311, und deſſen meteorologiſche Unterſuchungen S. 140.

75 (S. 359.) Die mittlere Regenmenge in Paris iſt nach Arago von 1805 bis 1822 geweſen: 18 Zoll 9 Linien, in London (von 1812 bis 1827) nach Howard 23 Zoll 4 Linien, in Genf nach einem Mittel von 32 Jahren 28 Zoll 8 Linien. In der Küſtengegend von Hinduſtan iſt die Regenmenge 108 bis 120 Zoll, und auf der Inſel Cuba fielen 1821 volle 133 Zoll. Vergl. über die Vertheilung der Regenmenge im mittleren Europa nach Jahreszeiten die vortrefflichen Beobachtungen von Gasparin, Schouw und Bravais in der Bibliothèque universelle T. XXXVIII. p. 54 und 264, tableau du Climat de l'Italie p. 76 und Martins Noten zu ſeiner ſehr bereicherten franzöſiſchen Ueberſetzung von Kämtz Vorleſungen über Meteorologie p. 142.

76 (S. 359.) Nach Bouſſingault (Économie rurale T. II. p. 693) war in Marmato (Breite 5°27′, Höhe 731ᵗ und mittlere Temperatur 20°,4) in den Jahren 1833 und 1834 die mittlere Regenmenge 60 Zoll 2 Linien, während in Santa Fé de Bogota (Breite 4°36′, Höhe 1358ᵗ und mittlere Temperatur 14°,5) ſie nur 37 Zoll 1 Linie betrug.

77 (S. 360.) S. über das Detail dieſer Beobachtung meine Asie centrale T. III. p. 85—89 und 567; über den Dampfgehalt im Tieflande vom tropiſchen Südamerika meine Relat. hist. T. I. p. 242—248, T. II. p. 45 und 164.

78 (S. 360.) Kämtz, Vorleſungen über Meteorologie S. 117.

79 (S. 361.) Ueber die Bedingungen der Verdampfungs-Electricität bei hoher Temperatur ſ. Peltier in den Annales de Chimie T. LXXV. p. 330.

80 (S. 361.) Pouillet in den Annales de Chimie T. XXXV. p. 405.

81 (S. 361.) De la Rive in ſeinem vortrefflichen essai historique sur l'Électricité p. 140.

82 (S. 361.) Peltier in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XII. 1841 p. 307; Becquerel, traité de l'Électricité et du Magnétisme T. IV. p. 107.

83 (S. 362.) Duprez sur l'Électricité de l'air (Bruxelles 1844) p. 56—61.

84 (S. 362.) Humboldt, Relation historique T. III. p. 318. Ich mache hier nur auf diejenigen meiner Verſuche aufmerkſam, in denen der 3 Fuß lange metalliſche Leiter des Sauſſure'ſchen Electrometers weder auf- und abwärts bewegt, noch nach Volta's Vorſchlag mit brennendem Schwamm armirt war. Denjenigen meiner Leſer, welche die jetzt ſtreitigen Punkte der Luft-Electricität genau kennen, wird der Grund dieſer Beſchränkung verſtändlich ſein. Ueber die Bildung der Gewitter in den Tropen ſ. meine Relat. hist. T. II. p. 45 und 202—209.

85 (S. 362.) Gay-Luſſac in den Annales de Chimie et de Physique T. VIII. p. 167. Nach den abweichenden Anſichten von Lamé, Becquerel und Peltier iſt über die Urſach der ſpecifiſchen Vertheilung der Electricität in Wolken, deren einige eine poſitive oder eine negative Spannung haben, bisher ſchwer zu entſcheiden. Auffallend iſt die, zuerſt von Tralles aufgefundene, von mir oft in verſchiedenen Breiten beſtätigte, negative Electricität der Luft, die bei hohen Waſſerfällen Zerſtäubung der Waſſertropfen veranlaßt und in drei- bis vierhundert Fuß Entfernung für ſenſible Electrometer bemerkbar iſt.

86 (S. 363.) Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1838 p. 246.

87 (S. 363.) A. a. O. p. 249—266 (vergl. p. 268—279).

88 (S. 364.) A. a. O. p. 388—391. Der um die Meteorologie des aſiatiſchen Nordens hoch verdiente Akademiker von Baer hat nicht die große Seltenheit der Gewitter in Island und Grönland in Abrede geſtellt: er hat nur angezeigt (Bulletin de l'Acad. de St.-Pétersbourg 1839 Mai), daß man auch in Nowaja Semlja und Spitzbergen bisweilen habe donnern gehört.

89 (S. 365.) Kämtz in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 285. (Ueber Gegenſätze der Wärme-Vertheilung in Oſten und Weſten, Europa und Nordamerika, ſ. Dove, Repertorium der Phyſik Bd. III. S. 392—395.)

90 (S. 367.) Die Geſchichte der Pflanzen, welche auf eine geiſtreiche Art und mit wenigen Zügen Endlicher und Unger geſchildert haben (Grundzüge der Botanik 1843 S. 449—468), habe ich vor einem halben Jahrhundert in den meiner „unterirdiſchen Flora" angehängten Aphorismen auf folgende Weiſe von der Pflanzen-Geographie getrennt: „Geognosia naturam

animantem et inanimam vel, ut vocabulo minus apto, ex antiquitate saltem haud petito, utar, corpora organica aeque ac inorganica considerat. Sunt enim tria quibus absolvitur capita: Geographia oryctologica quam simpliciter Geognosiam vel Geologiam dicunt, virque acutissimus Wernerus egregie digessit; Geographia zoologica, cujus doctrinae fundamenta Zimmermannus et Treviranus jecerunt; et Geographia plantarum quam aequales nostri diu intactam reliquerunt. Geographia plantarum vincula et cognationem tradit, quibus omnia vegetabilia inter se connexa sint, terrae tractus quos teneant, in aerem atmosphaericum quae sit eorum vis ostendit, saxa atque rupes quibus potissimum algarum primordiis radicibusque destruantur docet, et quo pacto in telluris superficie humus nascatur, commemorat. Est itaque quod differat inter Geognosiam et Physiographiam, historia naturalis perperam nuncupatam, quum Zoognosia, Phytognosia et Oryctognosia, quae quidem omnes in naturae investigatione versantur, non nisi singulorum animalium, plantarum, rerum metallicarum vel (venia sit verbo) fossilium formas, anatomen, vires scrutantur. Historia Telluris, Geognosiae magis quam Physiographiae affinis, nemini adhuc tentata, plantarum animaliumque genera orbem inhabitantia primaevum, migrationes eorum compluriumque interitum, ortum quem montes, valles, saxorum strata et venae metalliferae ducunt, aerem, mutatis temporum vicibus, modo purum, modo vitiatum, terrae superficiem humo plantisque paulatim obtectam, fluminum inundantium impetu denuo nudatam, iterumque siccatam et gramine vestitam commemorat. Igitur Historia zoologica, Historia plantarum et Historia oryctologica, quae non nisi pristinum orbis terrae statum indicant, a Geognosia probe distinguendae.“ (Humboldt, Flora Fribergensis subterranea, cui accedunt aphorismi ex Physiologia chemica plantarum, 1793, p. IX—X.) Ueber die ſich ſelbſt beſtimmenden Bewegungen, von denen weiter unten im Texte die Rede iſt, vergl. die merkwürdige Stelle des Ariſtoteles de Coelo II, 2 p. 284 Bekker, wo der Unterſchied der belebten und unbelebten Körper in den inneren oder äußeren Beſtimmungsſitz der Bewegung geſetzt wird. Von der „ernährenden Pflan-

zenſeele", ſagt der Stagirite, geht keine Bewegung aus, weil die Pflanzen in einem „ſtillen, nicht zu erweckenden Schlummer liegen" (Ariſtot. de generat. Animal. V, 1 p. 778 Bekker) und keine Begierden haben, die ſie zur Selbſtbewegung reizen (Ariſtot. de somno et vigil. cap. 1 p. 455 Bekker).

91 (S. 370.) Ehrenberg's Abhandlung über das kleinſte Leben im Ocean, geleſen in der Akad. der Wiſſ. zu Berlin am 9 Mai 1844.

92 (S. 371.) Humboldt, Anſichten der Natur (2te Ausg. 1826) Bd. II. S. 21.

93 (S. 371.) Ueber Vermehrung durch Selbſttheilung des Mutterkörpers und durch Einſchieben neuer Subſtanz ſ. Ehrenberg von den jetzt lebenden Thierarten der Kreidebildung, in den Abhandl. der Berliner Akad. der Wiſſ. 1839 S. 94. Die größte zeugende Kraft der Natur iſt in den Vorticellen. Schätzungen der möglich raſcheſten Maſſenentwicklung finden ſich in Ehrenberg's großem Werke: die Infuſionsthierchen als vollkommne Organismen 1838 S. XIII, XIX und 244. „Die Milchſtraße dieſer Organismen geht durch die Gattungen Monas, Vibrio, Bacterium und Bodo." Die Allbelebtheit der Natur iſt ſo groß, daß kleinere Infuſionsthiere paraſitiſch auf größeren leben, ja daß die erſteren wiederum anderen zum Wohnſitz dienen (S. 194, 211 und 512).

94 (S. 372.) Ariſtot. hist. Animal. V, 19 p. 552 Bekk.

95 (S. 373.) Ehrenberg a. a. O. S. XIV, 122 und 493. Zu der raſchen Vermehrung der kleinſten Organismen geſellt ſich noch bei einigen (Weizen-Aalchen, Räderthieren, Waſſerbären oder Tardigraden) die wunderbare Ausdauer des Lebens. Trotz einer 28tägigen Austrocknung im luftleeren Raume durch Chlorkalk und Schwefelſäure, trotz einer Erhitzung von 120° wurde die Wieder-Erweckung aus dem Scheintode beobachtet. Siehe die ſchönen Verſuche des Herrn Doyère im mém. sur les Tardigrades et sur leur propriété de revenir à la vie 1842 p. 119, 129, 131 und 133. Vergl. im allgemeinen über das Wiederaufleben Jahre lang vertrockneter Thiere Ehrenberg S. 492—496.

96 (S. 373.) Man vergleiche über die vermeinte „primitive Umbildung" der organiſirten oder unorganiſirten Materie zu Pflanzen

und Thieren Ehrenberg in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XXIV. S. 1—48 und deſſelben Infuſionsthierchen S. 121 und 525 mit Joh. Müller, Phyſiologie des Menſchen (4te Aufl. 1844) Bd. I. S. 8—17. Ueberaus merkwürdig ſcheint mir, daß Auguſtinus der Kirchenvater ſich in ſeinen Fragen: wie möglicherweiſe die Inſeln nach der großen Fluth haben auf's neue Pflanzen und Thiere empfangen können, der ſogenannten „keim- und mutterloſen Zeugung" (generatio aequivoca, spontanea aut primaria) keinesweges abgeneigt bezeigt. „Haben", ſagt er, „die Engel die Thiere nicht auf abgelegene Inſeln gebracht oder etwa jagdluſtige Bewohner der Continente, ſo müſſen ſie aus der Erde unmittelbar entſtanden ſein; wobei freilich die Frage entſteht, zu welchem Zwecke allerlei Thiere in der Arche verſammelt worden waren." „Si e terra exortae sunt (bestiae) secundum originem primam, quando dixit Deus: *Producat terra animam vivam!* multo clarius apparet, non tam reparandorum animalium causa, quam figurandarum variarum gentium (?) propter ecclesiae sacramentum in Arca fuisse omnia genera, si in insulis, quo transire non possent, multa animalia terra produxit." Auguſtinus de Civitate Dei lib. XVI cap. 7 (Opera ed. Monach. Ordinis S. Benedicti T. VII. Venet. 1732 p. 422). — Schon 200 Jahre vor dem Biſchof von Hippo finden wir in den Auszügen des Trogus Pompejus die generatio primaria mit der früheſten Abtrocknung der Urwelt und der Hochebene von Aſien in Verbindung geſetzt, ganz wie in der paradieſiſchen Terraſſen-Theorie des großen Linné und in den Atlantis-Träumen des achtzehnten Jahrhunderts: „Quodsi omnes quondam terrae submersae profundo fuerunt, profecto editissimam quamque partem decurrentibus aquis primum detectam; humillimo autem solo eandem aquam diutissime immoratam, et quanto prior quaeque pars terrarum siccata sit, tanto prius animalia generare coepisse. Porro Scythiam adeo editiorem omnibus terris esse, ut cuncta flumina ibi nata in Maeotim, tum deinde in Ponticum et Aegyptium mare decurrant." Juſtinus lib. II cap. 1. Die irrige Meinung, daß das Land der Scythen eine Hochebene bilde, iſt ſo uralt, daß wir ſie ſchon recht deutlich im Hippocrates (de Aëre et Aquis cap. 6 § 96 Coray) ausgedrückt finden. „Scythien", ſagt er, „bildet hohe

und nackte Ebenen, die, ohne von Bergen gekrönt zu ſein, gegen Norden immer höher und höher anſteigen.“

97 (S. 374.) Humboldt, Aphorismi ex Physiologia chemica plantarum in der Flora Fribergensis subterranea 1793 p. 178.

98 (S. 374.) Ueber die Phyſiognomik der Gewächſe in Humboldt, Anſichten der Natur Bd. II. S. 1—125.

99 (S. 375.) Aetna Dialogus. Opuscula Basil. 1556 p. 53—54. Eine ſchöne Pflanzen-Geographie des Aetna hat in neuerer Zeit Philippi gegeben. S. Linnäa 1832 S. 733.

100 (S. 376.) Ehrenberg in den Annales des Sciences Naturelles T. XXI. p. 387—412; Humboldt, Asie centrale T. I. p. 339—342, T. III. p. 96—101.

1 (S 377.) Schleiden über die Entwicklungsweiſe der Pflanzenzellen, in Müller's Archiv für Anatomie und Phyſiologie 1838 S. 137—176; deſſelben Grundzüge der wiſſenſchaftlichen Botanik Th. I. S. 191, Th. II. S. 11; Schwann, mikroſkopiſche Unterſuchungen über die Uebereinſtimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen 1839 S. 45 und 220. Vergl. auch über gleichartige Fortpflanzung Joh. Müller, Phyſiologie des Menſchen 1840 Th. II. S. 614.

2 (S. 377.) Schleiden, Grundzüge der wiſſenſchaftlichen Botanik 1842 Th. I. S. 192—197.

3 (S. 379.) Tacitus unterſcheidet in ſeinen Speculationen über die Bevölkerung von Britannien (Agricola cap. 11) ſehr ſchön, was den klimatiſchen Einwirkungen der Gegend; was, bei eingewanderten Stämmen, der alten unwandelbaren Kraft eines fortgepflanzten Typus angehören kann: „Britanniam qui mortales initio coluerunt, indigenae an advecti, ut inter barbaros, parum compertum. Habitus corporis varii, atque ex eo argumenta; namque rutilae Caledoniam habitantium comae, magni artus Germanicam originem adseverant. Silurum colorati vultus et torti plerumque crines, et posita contra Hispania, Iberos veteres trajecisse, easque sedes occupasse fidem faciunt; proximi Gallis, et similes sunt: seu durante originis vi; seu, procurrentibus in diversa terris, positio caeli corporibus habitum dedit.“ Vergl. über die Ausdauer der

Geſtaltungstypen in heißen und kalten Erd- und Bergſtrichen des Neuen Continents meine Relation historique T. I. p. 498—503, T. II. p. 572—574.

4 (S. 379.) Vergl. über die amerikaniſche Race im allgemeinen das Prachtwerk: Samuel George Morton, Crania americana 1839 p. 62—86, wie über die von Pentland mitgebrachten Schädel des Hochlandes von Titicaca im Dublin Journal of medical and chemical Science Vol. V. 1834 p. 475; Alcide d'Orbigny, l'homme américain considéré sous ses rapports physiol. et mor. 1839 p. 221. S. auch die an feinen ethnographiſchen Beobachtungen ſo reiche Reiſe in das innere Nord-America von Maximilian Prinz zu Wied 1839.

5 (S. 379.) Rudolph Wagner über Blendlinge und Baſtarderzeugung in ſeinen Anmerkungen zu Prichard, Naturgeſch. des Menſchengeſchlechts Th. I. S. 174—188.

6 (S. 380.) Prichard Th. I. S. 431, Th. II. S. 363—369.

7 (S. 380.) Oneſicritus im Strabo XV p. 690 und 695 Caſaub. — Welcker (griechiſche Tragödien Abth. III. S. 1078) glaubt, die von Strabo citirten Verſe des Theodectes ſeien einer verlornen Tragödie entlehnt, die vielleicht den Titel Memnon führte.

8 (S. 381.) Joh. Müller, Phyſiologie des Menſchen Bd. II. S. 768, 772—774.

9 (S. 383.) Prichard Th. I. S. 295, Th. III. S. 11.

10 (S. 383.) Die ſpäte Ankunft türkiſcher und mongoliſcher Stämme ſowohl am Oxus als in der Kirghiſen-Steppe ſteht der Annahme Niebuhr's, daß die Scythen des Herodot und Hippocrates Mongolen waren, entgegen. Es iſt weit wahrſcheinlicher, daß die Scythen (Scoloten) zu den indo-germaniſchen Maſſa-Geten (Alanen) zu rechnen ſind. Die Mongolen, eigentliche Tartaren (der letztere Name iſt ſpäter fälſchlich rein türkiſchen Stämmen in Rußland und Sibirien gegeben worden), ſaßen damals weit im Oſten von Aſien. Vergl. meine Asie centr. T. I. p. 239 und 400, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 320. Ein ausgezeichneter Sprachforſcher, Profeſſor Buſchmann, erinnert, daß Firduſi im Schahnameh, in ſeinen halb mythiſchen hiſtoriſchen Anfängen, „einer Feſte der Alanen" am Meere erwähnt, in welche Selm,

der älteſte Sohn des Königs Feridun (gewiß ein paar Jahrhunderte vor Cyrus), ſich flüchten wollte. Die Kirghiſen der ſogenannten ſcythiſchen Steppe ſind urſprünglich ein finniſcher Stamm; ſie ſind jetzt wahrſcheinlich in ihren drei Horden das zahlreichſte aller wandernden Völker, und lebten ſchon im ſechsten Jahrhundert in der Steppe, in welcher ich ſie geſehen. Der Byzantiner Menander (p. 380—382 ed. Nieb.) erzählt ausdrücklich, wie der Chakan der Türken (Thu-khiu) im Jahr 569 dem vom Kaiſer Juſtinus II abgeſandten Zemarchus eine Kirghiſen-Sklavinn ſchenkte; er nennt ſie eine χερχίς, und auch bei Abulgaſi (historia Mongolorum et Tatarorum) heißen die Kirghiſen Kirkiz. Die Aehnlichkeit der Sitten iſt, wo die Natur des Landes den Hauptcharakter der Sitten hervorruft, ein ſehr unſicherer Beweis der Stamm-Aehnlichkeit. Das Leben in der Steppe erzeugt bei Türken (Ti, Tukiu), bei Baſchkiren (Finnen), bei Kirghiſen, bei Torgod und Dſungaren (Mongolen) dieſelben Gewohnheiten des nomadiſchen Lebens, denſelben Gebrauch von Filzzelten, die auf Wagen fortgeführt und bei den Viehheerden aufgeſchlagen werden.

11 (S. 384.) Wilhelm von Humboldt über die Verſchiedenheit des menſchlichen Sprachbaues, in dem großen Werke über die Kawi-Sprache auf der Inſel Java Bd. I. S. XXI, XLVIII und CCXIV.

12 (S. 385.) Das Unerfreulichſte und in ſpäteren Zeiten ſo oft Wiederholte über die ungleiche Berechtigung der Menſchen zur Freiheit und über Sklaverei als eine naturgemäße Einrichtung findet ſich leider! ſehr ſyſtematiſch entwickelt in Ariſtoteles Politica I. 3, 5, 6.

13 (S. 386.) Wilhelm von Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. III. S. 426. Ich füge aus demſelben Werke noch folgendes hinzu: „Die ſtürmenden Eroberungen Alexanders, die ſtaatsklug bedächtigen der Römer, die wild grauſamen der Mexicaner, die despotiſchen Ländervereinigungen der Incas haben in beiden Welten dazu beigetragen das vereinzelte Daſein der Völker aufzuheben und weitere Verbindungen zu ſtiften. Große und ſtarke Gemüther, ganze Nationen handelten unter der Macht einer Idee, die ihnen in ihrer Reinheit gänzlich fremd war. In der Wahrheit ihrer tiefen Milde ſprach ſie zuerſt, ob es ihr gleich nur langſam Eingang verſchaffen konnte, das Chriſtenthum aus. Früher kommen

nur einzelne Anklänge vor. Die neuere Zeit hat den Begriff der Civiliſation lebendiger aufgefaßt, und das Bedürfniß erregt, Verbindungen der Völker und Cultur weiter zu verbreiten; auch die Selbſtſucht gewinnt die Ueberzeugung, daß ſie auf dieſem Wege weiter gelangt als auf dem gewaltſamer Abſonderung. Die Sprache umſchlingt mehr, als ſonſt etwas im Menſchen, das ganze Geſchlecht. Gerade in ihrer völkertrennenden Eigenſchaft vereinigt ſie durch das Wechſelverſtändniß fremdartiger Rede die Verſchiedenheit der Individualitäten, ohne ihrer Eigenthümlichkeit Eintrag zu thun." (A. a. O. S. 427.)

Die Temperatur-Angaben in dieſem Werke ſind, wo nicht das Gegentheil beſtimmt ausgedrückt iſt, in Graden des hunderttheiligen Thermometers; die Meilen ſind geographiſche, 15 auf den Aequatorial-Grad. Das Fuß- und Zollmaaß iſt das alt-franzöſiſche, in dem die Toiſe 6 Pariſer Fuß zählt. Die geographiſchen Längen ſind immer von dem Meridian der Pariſer Sternwarte an gerechnet.

Paris im März 1845.

Inhalts-Ueberſicht

des I. Bandes des Kosmos.

Vorrede S. V—XVI.

Einleitende Betrachtungen über die Verſchiedenartigkeit des Naturgenuſſes und die wiſſenſchaftliche Ergründung der Weltgeſetze S. 5—40.

Einſicht in den Zuſammenhang der Erſcheinungen als Zweck aller Naturforſchung. — Natur iſt für die denkende Betrachtung Einheit in der Vielheit. — Verſchiedenheit der Stufen des Naturgenuſſes. — Wirkung des Eintritts in das Freie; Genuß ohne Einſicht in das Wirken der Naturkräfte, ohne Eindruck von dem individuellen Charakter einer Gegend. — Wirkung der phyſiognomiſchen Geſtaltung der Oberfläche oder des Charakters der Vegetation. Erinnerung an die Waldthäler der Cordilleren und an den Vulkan von Teneriffa. Vorzüge der Gebirgsgegend dem Aequator nahe: wo im engſten Raume die Mannigfaltigkeit der Natureindrücke ihr Maximum erreicht, wo es dem Menſchen gegeben iſt alle Geſtirne des Himmels und alle Geſtalten der Pflanzen gleichzeitig zu ſehen S. 5—14. — Trieb nach Aufſuchung der Urſachen phyſiſcher Erſcheinungen. — Irrige Anſichten über das Weſen der Naturkräfte, durch Unvollſtändigkeit der Beobachtung oder der Induction erzeugt. — Rohe Anhäufung phyſiſcher Dogmen, die ein Jahrhundert dem anderen aufdringt. Verbreitung derſelben unter die höheren Volksclaſſen. Neben der wiſſenſchaftlichen Phyſik beſteht eine andere, ein tief eingewurzeltes Syſtem ungeprüfter, mißverſtandener Erfahrungsſätze.

— Aufſuchung von Naturgeſetzen. Beſorgniß, daß die Natur bei dem Forſchen in das innere Weſen der Kräfte von ihrem geheimnißvollen Zauber verliert, daß der Naturgenuß durch das Naturwiſſen nothwendig geſchwächt werde. Vorzüge der generellen Anſichten, die der Wiſſenſchaft einen erhabenen und ernſten Charakter verleihen. Mögliche Trennung des Allgemeinen von dem Beſonderen. Beiſpiele aus der Aſtronomie, den neuen optiſchen Entdeckungen, der phyſiſchen Erdkunde und der Geographie der Pflanzen. Zugänglichkeit des Studiums der phyſiſchen Weltbeſchreibung. S. 15—35. — Mißverſtandenes populäres Wiſſen und Verwechſelung einer Weltbeſchreibung mit einer Encyclopädie der Naturwiſſenſchaften. Nothwendigkeit der gleichzeitigen Würdigung aller Theile des Naturſtudiums. Einfluß dieſes Studiums auf den Nationalreichthum und den Wohlſtand der Völker; doch iſt ſein erſter und eigentlicher Zweck ein innerer, der der erhöhten geiſtigen Thätigkeit. Form der Behandlung in Vortrag und Darſtellung; Wechſelverkehr zwiſchen Gedanken und Sprache. S. 36—40.

In den Anmerkungen S. 41—48 (No. 1—18): Vergleichende hypſometriſche Angaben; Bergmeſſungen des Dhawalagiri, Jawahir, Chimborazo, Aetna nach Sir John Herſchel, der ſchweizer Alpen u. ſ. w. (S. 41.) — Seltenheit der Palmen und Farren im Himalaya (S. 42). Europäiſche Pflanzenformen in den indiſchen Gebirgen (S. 43). — Nördliche und ſüdliche Grenze des ewigen Schnees am Himalaya; Einfluß der Hochebene von Tübet (S. 44—47). — Fiſche der Vorwelt (S. 48).

Begrenzung und wiſſenſchaftliche Behandlung einer phyſiſchen Weltbeſchreibung S. 49—72.

Inhalt der Lehre vom Kosmos oder der phyſiſchen Weltbeſchreibung. Sonderung von anderen, verwandten Disciplinen. S. 49—56. — Der uranologiſche Theil des Kosmos iſt einfacher als der telluriſche; die Ausſchließung von allem Wahrnehmbaren der Stoff-Verſchiedenheit vereinfacht die Mechanik des Himmels. — Urſprung des Wortes Kosmos, Schmuck und Weltordnung. Das Seiende iſt im Begreifen der Natur nicht abſolut vom Werden zu trennen. Weltgeſchichte und Weltbeſchreibung. S. 57—64. — Verſuche die Vielheit der Erſcheinungen im Kosmos in der

Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zuſammenhanges zu faſſen. — Naturphiloſophie iſt aller genauen Beobachtung ſchon im Alterthum vorhergegangen: ein natürliches, bisweilen irre geleitetes Streben der Vernunft. — Zwei Formen der Abſtraction beherrſchen die ganze Maſſe der Erkenntniß: quantitative (Verhältniß-Beſtimmungen nach Zahl und Größe) und qualitative (ſtoffartige Beſchaffenheiten). — Mittel die Erſcheinungen dem Calcül zu unterwerfen. Atome, mechaniſche Conſtructions-Methoden; ſinnbildliche Vorſtellungen; Mythen der imponderablen Stoffe und eigener Lebenskräfte in jeglichem Organismus. — Was durch Beobachtung und Experiment (Hervorrufen der Erſcheinungen) erlangt iſt, führt durch Analogie und Induction zur Erkenntniß empiriſcher Geſetze. Allmälige Vereinfachung und Verallgemeinerung derſelben. — Anordnung des Aufgefundenen nach leitenden Ideen. Der ſo viele Jahrhunderte hindurch geſammelte Schatz empiriſcher Anſchauung wird nicht von der Philoſophie wie von einer feindlichen Macht bedroht. S. 65—72.

In den Anmerkungen S. 73—78 (No. 1—12): Ueber die allgemeine und vergleichende Erdkunde des Varenius (S. 74). — Philologiſche Unterſuchung über *κόσμος* und mundus (S. 76—78).

Naturgemälde. Ueberſicht der Erſcheinungen S. 79 bis 386.

Einleitung S. 79—86: Ein beſchreibendes Weltgemälde umfaßt das Univerſum (*τὸ πᾶν*) in ſeinen beiden Sphären, der himmliſchen und irdiſchen. — Form und Gang der Darſtellung. Es beginnt dieſelbe mit den Tiefen des Weltraums, in denen wir nur die Herrſchaft der Gravitations-Geſetze erkennen, mit der Region der fernſten Nebelflecke und Doppelſterne; und ſteigt ſtufenweiſe herab durch die Sternſchicht, der unſer Sonnenſyſtem angehört, zu dem luft- und meerumfloſſenen Erdſphäroid: ſeiner Geſtaltung, Temperatur und magnetiſchen Spannung; zu der organiſchen Lebensfülle, welche, vom Lichte angeregt, ſich an ſeiner Oberfläche entfaltet. — Partielle Einſicht in die relative Abhängigkeit der Erſcheinungen von einander. — Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume ſind mittlere Zahlenwerthe der letzte Zweck; ſie ſind der Ausdruck phyſiſcher Geſetze, die Mächte des Kosmos. — Das Welt-

gemälde beginnt nicht mit dem Telluriſchen, wie aus einem ſubjectiven Standpunkte hätte vorgezogen werden können; es beginnt mit dem, was die Himmelsräume erfüllt. Vertheilung der Materie: ſie iſt theils zu rotirenden und kreiſenden Weltkörpern von ſehr verſchiedener Dichtigkeit und Größe geballt; theils ſelbſtleuchtend, dunſtförmig als Lichtnebel zerſtreut. Vorläufige Ueberſicht der einzelnen Theile des Naturgemäldes, um die Aneinanderreihung der Erſcheinungen kenntlich zu machen.

I. Uranologiſcher Theil des Kosmos S. 86—161.

II. Telluriſcher Theil des Kosmos S. 162—386:

a) Geſtalt der Erde, mittlere Dichtigkeit, Wärmegehalt, electro-magnetiſche Thätigkeit, Lichtproceſſe S. 162—208.

b) Lebensthätigkeiten des Erdkörpers nach außen. — Reaction des Inneren des Planeten gegen ſeine Rinde und Oberfläche. Unterirdiſches Getöſe ohne Erſchütterungswellen. Erdbeben als dynamiſches Phänomen. S. 209—225.

c) Stoffartige Productionen, die das Erdbeben oft begleiten. Luft- und Waſſerquellen. Salſen und Schlammvulkane. Hebungen des Bodens durch elaſtiſche Kräfte. S. 226—234.

d) Feuerſpeiende Berge. Erhebungs-Krater. Vertheilung der Vulkane auf der Erde. S. 234—257.

e) Die vulkaniſchen Kräfte bilden neue Gebirgsarten und wandeln ältere um. — Geognoſtiſche Claſſification der Gebirgsmaſſen in vier Gruppen. — Contact-Phänomene. — Verſteinerungshaltige Schichten. Ihre Aufrichtung. Fauna und Flora der Vorwelt. Zerſtreuung der Felsblöcke. S. 257—300.

f) Die geognoſtiſchen Epochen, bezeichnet durch die mineralogiſche Verſchiedenheit der Gebirgsarten, haben den Zuſtand räumlicher Vertheilung der Feſte und des Flüſſigen, der Continente und der Meere beſtimmt. Individuelle Geſtaltungen der Feſte in horizontaler Ausdehnung und ſenkrechter Erhebung. — Verhältniß der Areale. Gliederung. Fortgeſetzte Faltung der Erdrinde. S. 301—321.

g) Umhüllungen der ſtarren Oberfläche des Planeten, tropfbar-flüſſige und luftförmige. Wärme-Vertheilung in beiden. — Meer. Ebbe und Fluth. Strömungen und ihre Folgen. S. 321—332.

h) Atmoſphäre. Chemiſche Zuſammenſetzung. Schwankungen

der Dichtigkeit. — Geſetz der Windrichtung. Mittlere Wärme. Aufzählung der temperatur-erhöhenden und temperatur-vermindernden Urſachen. Continental- und Inſel-Klima. Oſt- und Weſtküſten. — Urſach der Krümmung der Iſothermen. — Grenze des ewigen Schnees. — Dampfmenge. — Electricität des Luftkreiſes. Wolkengeſtalt. S. 333—366.

i) Scheidung des anorganiſchen Erdenlebens von der Geographie des Organiſch-Lebendigen, der Geographie der Pflanzen und Thiere. — Phyſiſche Abſtufungen des Menſchengeſchlechts. S. 367—386.

Specielle Zergliederung des Naturgemäldes, mit Beziehung auf den Inhalt der Anmerkungen.

I. *Uranologiſcher Theil des Kosmos*: Text S. 86—161, Anmerkungen S. 387—416:

Inhalt der Welträume. Vielgeſtaltete Nebelflecke, planetariſche Nebel und Nebelſterne. — Landſchaftliche Anmuth des ſüdlichen Himmels (Anm. S. 387). — Vermuthungen über die räumliche Anordnung des Weltgebäudes. Unſer Sternhaufen, eine Weltinſel. Stern-Aichungen. — Doppelſterne, um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt kreiſend. Entfernung des Sterns 61 im Schwan (S. 62 und 160, Anm. S. 388). — Attractions-Syſteme verſchiedener Ordnung. S. 86—94. — Unſer Sonnenſyſtem viel complicirter, als man es noch am Ende des verfloſſenen Jahrhunderts geglaubt. Hauptplaneten mit Neptun, Aſträa, Hebe und Iris jetzt 15, Nebenplaneten 18; Myriaden von Cometen, worunter mehrere *innere*, in die Planetenbahnen eingeſchloſſene; ein rotirender Ring (das Zodiacallicht), und wahrſcheinlich Meteorſteine als kleine Weltkörper. — Die teleſcopiſchen Planeten: Veſta, Juno, Ceres, Pallas, Aſträa, Hebe und Iris: mit ihren ſtark geneigten und mehr excentriſchen, in einander verſchlungenen Bahnen; ſcheiden, als *mittlere Gruppe*, die *innere Planetengruppe* (Merkur, Venus, Erde und Mars) von der *äußeren* (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun). Contraſte dieſer Planetengruppen. — Verhältniſſe der Abſtände von einem Centralkörper. Verſchiedenheiten der abſoluten Größe, Dichtigkeit, Umdrehungszeit, Excentricität und

Neigung der Bahnen. Das ſogenannte Geſetz der Abſtände der Planeten von ihrer Centralſonne. Mondreichſte Planeten. S. 94—99 und Anm. S. 388—389. — Räumliche (abſolute und relative) Verhältniſſe der Nebenplaneten; größter und kleinſter der Monde. Größte Annäherung an einen Hauptplaneten. — Rückläufige Bewegung der Uranusmonde. Libration des Erdtrabanten. S. 99—104 und Anm. S. 389. — Cometen. Kern und Schweif. Mannigfaltige Form und Richtung der Ausſtrömungen in conoidiſchen Hüllen mit dickerer und dünnerer Wandung. Mehrfache Schweife, ſelbſt der Sonne zugekehrt. Formenwechſel des Schweifes; vermuthete Rotation deſſelben. Natur des Lichts. Sogenannte Bedeckungen von Fixſternen durch Cometenkerne. Excentricität der Bahnen und Umlaufszeiten. Größte Entfernung und größte Nähe der Cometen. Durchgang durch das Syſtem der Jupitersmonde. — Cometen von kurzer Umlaufszeit, wohl beſſer innere Cometen genannt (Encke, Biela, Faye). S. 105—119 und Anm. S. 389—393. — Kreiſende Aërolithen (Meteorſteine, Feuerkugeln, Sternſchuppen). Planetariſche Geſchwindigkeit. Größe, Form, beobachtete Höhe. Periodiſche Wiederkehr in Strömen, November-Strom und der des heil. Laurentius. Chemiſche Zuſammenſetzung der Meteor-Aſteroiden. S. 120—142 und Anm. S. 393—409. — Ring des Thierkreislichts. — Beſchränktheit der jetzigen Sonnen-Atmoſphäre. S. 142—149 und Anm. S. 409—413. — Ortsveränderung des ganzen Sonnenſyſtems S. 149—151 und Anm. S. 414—415. — Das Walten der Gravitations-Geſetze auch jenſeits unſeres Sonnenſyſtems. — Milchſtraße der Sterne und ihr vermuthetes Aufbrechen. Milchſtraße von Nebelflecken, rechtwinklig mit der der Sterne. — Umlaufszeiten zweifarbiger Doppelſterne. — Sternenteppich; Oeffnungen im Himmel, in der Sternſchicht. — Begebenheiten im Weltraum; Auflodern neuer Sterne. — Fortpflanzung des Lichtes; der Anblick des geſtirnten Himmels bietet Ungleichzeitiges dar. S. 151—161 und Anm. S. 415—416.

II. Telluriſcher Theil des Kosmos S. 162—386 und Anmerkungen S. 416—493:

a) Geſtalt der Erde. Dichtigkeit, Wärmegehalt, electro-magnetiſche Spannung und Erdlicht. S. 162—208 und Anm. S. 416—442: Ergründung der Abplattung und Krümmung der Erdoberfläche durch Gradmeſſungen, Pendelſchwingungen und gewiſſe Ungleichheiten der

Mondsbahn. — Mittlere Dichtigkeit der Erde. — Erdrinde, wie tief wir ſie kennen? S. 162—178 und Anm. S. 416—425. — Dreierlei Bewegung der Wärme des Erdkörpers, ſein thermiſcher Zuſtand. Geſetz der Zunahme der Wärme mit der Tiefe. S. 178—184 und Anm. S. 425—427. — Magnetismus, Electricität in Bewegung. Periodiſche Veränderlichkeit des telluriſchen Magnetismus. Störung des regelmäßigen Ganges der Magnetnadel. Magnetiſche Ungewitter; Ausdehnung ihrer Wirkung. Offenbarungen der magnetiſchen Kraft an der Oberfläche in drei Claſſen der Erſcheinungen; Linien gleicher Kraft (iſodynamiſche), gleicher Neigung (iſokliniſche) und gleicher Abweichung (iſogoniſche). — Lage der Magnetpole; ihr vermutheter Zuſammenhang mit den Kälte-Polen. — Wechſel aller magnetiſchen Erſcheinungen des Erdkörpers. — Errichtung magnetiſcher Warten ſeit 1828; ein weitverbreitetes Netz magnetiſcher Stationen. S. 184—198 und Anm. S. 427—439. — Lichtentwickelung an den Magnetpolen; Erdlicht als Folge electro-magnetiſcher Thätigkeit unſeres Planeten. Höhe des Polarlichts. Ob das magnetiſche Gewitter mit Geräuſch verbunden iſt? Zuſammenhang des Polarlichts (einer electro-magnetiſchen Lichtentwickelung) mit der Erzeugung von Cirrus-Wölkchen. — Andere Beiſpiele irdiſcher Lichterzeugung. S. 199—208 und Anm. S. 439—442.

b) Lebensthätigkeit des Planeten nach außen als Hauptquelle geognoſtiſcher Erſcheinungen. Verkettung der bloß dynamiſchen Erſchütterung oder Hebung ganzer Theile der Erdrinde mit ſtoffhaltigem Erguß und *Erzeugung* von gasförmigen und tropfbaren Flüſſigkeiten, von heißem Schlamme, von geſchmolzenen Erden, die als *Gebirgsarten* erhärten. — Vulcanicität in der größten Allgemeinheit des Begriffs iſt die Reaction des Inneren eines Planeten gegen ſeine Oberfläche. — Erdbeben. Umfang der Erſchütterungskreiſe und ihre allmälige Erweiterung. — Ob Zuſammenhang mit Veränderungen im telluriſchen Magnetismus und Proceſſen des Luftkreiſes. Getöſe, unterirdiſcher Donner ohne fühlbare Erſchütterung. Gebirgsmaſſen, welche die Fortpflanzung der Erſchütterungswelle modificiren. — Hebungen; Ausbrüche von Waſſer, heißen Dämpfen, Schlamm, Mofetten, Rauch und Flammen während des Erdbebens. S. 209—225 und Anm. S. 442—445.

c) Nähere Betrachtung von ſtoffartigen Productionen als Folge innerer planetariſcher Lebensthätigkeit. Es ſteigen aus dem Schooße

der Erde hervor, durch Spalten und Ausbruch-Kegel: Luftarten, tropfbare Flüſſigkeiten (rein oder geſäuert), Schlamm und geſchmolzene Erden. — Die Vulkane ſind eine Art intermittirender Quellen. Temperatur der Thermen; ihre Conſtanz und Veränderung. — Tiefe des Heerdes. S. 226—232 und Anm. S. 445—448. — Salſen, Schlammvulkane. Wenn feuerſpeiende Berge als Quellen geſchmolzener Erden vulkaniſche Gebirgsarten hervorbringen, ſo erzeugen dagegen Quellwaſſer durch Niederſchlag Kalkſtein-Schichten. Fortgeſetzte Erzeugung von Sediment-Geſtein. S. 232—234 und Anm. S. 448.

d) Mannigfaltigkeit der vulkaniſchen Hebungen. Domförmige ungeöffnete Trachytberge. — Eigentliche Vulkane, die aus Erhebungs-Kratern oder zwiſchen den Trümmern ihrer ehemaligen Bildung hervortreten. — Permanente Verbindung des inneren Erdkörpers mit dem Luftkreiſe. Verhältniß gegen gewiſſe Gebirgsarten. Einfluß der Höhenverhältniſſe auf die Frequenz der Ausbrüche. Höhe des Aſchenkegels. Eigenthümlichkeiten der Vulkane, welche ſich über die Schneegrenze erheben. — Aſchen- und Feuerſäulen. Vulkaniſche Gewitter während des Ausbruchs. Mineraliſche Zuſammenſetzung der Laven. S. 235—249 und Anm. S. 448—452. — Vertheilung der Vulkane auf der Erdfläche; Central- und Reihen-Vulkane, Inſel- und Küſten-Vulkane. Abſtand der Vulkane von der Meeresküſte. Erlöſchen der vulkaniſchen Kräfte. S. 249—256 und Anm. S. 452—456.

e) Verhältniß der Vulkane zu der Natur der Gebirgsmaſſen; die vulkaniſchen Kräfte bilden neue Gebirgsarten und wandeln ältere um. Ihr Studium leitet auf Doppelwegen zu dem mineralogiſchen Theile der Geognoſie (Lehre vom Gewebe und von der Lage der Erdſchichten) und zur Geſtaltung der über den Meeresſpiegel gehobenen Continente und Inſelgruppen (Lehre von der geographiſchen Form und den Umriſſen der Erdtheile). — Claſſification der Gebirgsarten nach Maaßgabe der Erſcheinungen der Bildung und Umwandlung, welche noch jetzt unter unſeren Augen vorgehen: Eruptions-Geſtein, Sediment-Geſtein, umgewandeltes (metamorphoſirtes) Geſtein, Conglomerate. — Die zuſammengeſetzten Gebirgsarten ſind beſtimmte Aſſociationen von oryctognoſtiſch einfachen Foſſilien. — Vier Phaſen der Bildungs-Zuſtände: Eruptions-Geſtein, endogenes (Granit, Syenit, Porphyre, Grünſteine, Hyperſthen-Fels, Euphotid, Melaphyr, Baſalt und Phonolith); Sediment-Geſtein (ſiluriſche

Schiefer, Steinkohlen-Ablagerungen, Kalkſteine, Travertino, Infuſorien-Lager); umgewandeltes Geſtein, das neben den Trümmern des Eruptions- und Sediment-Geſteins auch Trümmer von Gneiß, Glimmerſchiefer und älteren metamorphiſchen Maſſen enthält; Aggregate und Sandſtein-Bildungen (Trümmergeſtein). S. 257—268 und Anm. S. 456—459. — Contact-Phänomene erläutert durch künſtliche Nachbildung der Mineralien. Wirkungen des Drucks und der verſchiedenen Schnelligkeit der Abkühlung. Entſtehung des körnigen (ſaliniſchen) Marmors, Verkieſelung der Schiefer zu Band-Jaſpis, Umwandelung der Kreide-Mergel durch Granit zu Glimmerſchiefer; Dolomitiſirung, Granitbildung in Thonſchiefer bei Berührung mit Baſalt und Dolerit-Geſtein. — Füllung der Gangmaſſen von unten. Proceſſe der Cämentirung in den Agglomerat-Bildungen. Reibungs-Conglomerate. S. 269—283 und Anm. S. 459—465. — Relatives Alter der Felsmaſſen, Chronometrik der Erdrinde. Verſteinerungshaltige Schichten. — Relatives Alter der Organismen. Einfachheit der erſten Lebensformen? Abhängigkeit phyſiologiſcher Abſtufungen von dem Alter der Formationen. — Geognoſtiſcher Horizont: deſſen ſorgfältige Verfolgung ſichere Aufſchlüſſe gewährt über die Identität oder das relative Alter der Formationen, über die periodiſche Wiederkehr gewiſſer Schichten, ihren Parallelismus oder ihre gänzliche Suppreſſion (Verkümmerung). — Typus der Sediment-Gebilde in der größten Einfachheit ſeiner Verallgemeinerung aufgefaßt: ſiluriſche und devoniſche Schichten (die ehemals ſo genannten Uebergangs-Gebirge); die untere Trias (Bergkalk, Steinkohlen-Gebirge ſammt Todtliegendem und Zechſtein); die obere Trias (bunter Sandſtein, Muſchelkalk und Keuper); Jurakalk (Lias und Oolithen); Quaderſandſtein, untere und obere Kreide: als die letzte der Flözſchichten, welche mit dem Bergkalk beginnen; Tertiär-Gebilde in drei Abtheilungen, die durch Grobkalk, Braunkohle und Süd-Apenninen-Gerölle bezeichnet werden. — Faunen und Floren der Vorwelt, ihr Verhältniß zu den jetzigen Organismen. Rieſenmäßige Knochen vorweltlicher Säugethiere im oberen Schuttlande. — Vegetation der Vorwelt, Monumente der P f l a n z e n g e ſ c h i c h t e. Wo gewiſſe Pflanzengruppen ihr Maximum erreichen; Cycadeen in den Keuperſchichten und der Lias, Coniferen im bunten Sandſtein. Ligniten und Braunkohlen-Schichten (Bernſteinbaum). — Ablagerung großer Felsblöcke, Zweifel über ihren Urſprung. S. 284—300 und Anm. S. 465—470.

f) Die Kenntniß der geognoſtiſchen Epochen, des länderbildenden und zertrümmernden Emporſteigens von Bergketten und Hochebenen leitet durch inneren Cauſalzuſammenhang auf die räumliche Vertheilung der Feſte und des Flüſſigen, auf die Beſonderheiten der Naturgeſtaltung der Erdoberfläche. — Jetziges Areal-Verhältniß des Starren zum Flüſſigen ſehr verſchieden von dem, welches die für den phyſiſchen Theil der älteren Geographie entworfenen Karten darlegen. Wichtigkeit der Eruption der Quarzporphyre für die derzeitige Geſtaltung der Continental-Maſſen. — Individuelle Geſtaltung in horizontaler Ausdehnung (Gliederungs-Verhältniſſe) und in ſenkrechter Erhebung (hypſometriſche Anſichten). — Einfluß der Areal-Verhältniſſe von Land und Meer auf Temperatur, Windrichtung, Fülle oder Kargheit organiſcher Erzeugniſſe, auf die Geſammtheit aller meteorologiſchen Proceſſe. — Orientirung der größten Axen der Continental-Maſſe. Gliederung, pyramidale Endigung gegen Süden, Reihe der Halbinſeln. Thalbildung des atlantiſchen Oceans. Formen, die ſich wiederholen. S. 300—311 und Anm. S. 470—472. — Abgeſonderte Gebirgsglieder, Syſteme der Bergketten und Mittel ihr relatives Alter zu beſtimmen. Verſuche den Schwerpunkt des Volums der jetzt über dem Meeresſpiegel erhobenen Länder zu beſtimmen. Die Hebung der Continente iſt noch jetzt in langſamem Fortſchreiten, und an einzelnen Punkten durch bemerkbares Sinken compenſirt. Alle geognoſtiſchen Phänomene deuten auf periodiſchen Wechſel von Thätigkeit im Inneren unſres Planeten. Wahrſcheinlichkeit neuer Faltungen. S. 311—320 und Anm. S. 472—475.

g) Die ſtarre Oberfläche der Erde hat zweierlei Umhüllungen: tropfbar-flüſſige und luftförmige. Contraſte und Analogien, welche dieſe Umhüllungen, das Meer und die Atmoſphäre, darbieten in Aggregat- und Electricitäts-Zuſtänden, Strömungen und Temperatur-Verhältniſſen. Tiefen des Oceans und des Luftmeeres, deſſen Untiefen unſere Hochländer und Bergketten ſind. — Wärmegehalt des Meeres an der Oberfläche in verſchiedenen Breiten und in den unteren Schichten. Tendenz des Meeres wegen Verſchiebbarkeit der Theile und Veränderung der Dichtigkeit die Wärme ſeiner Oberfläche in den der Luft nächſten Schichten zu bewahren. Maximum der Dichtigkeit des ſalzigen Waſſers. Lage der Zonen der wärmſten Waſſer und der am meiſten geſalzenen. Thermiſcher Einfluß der

unteren Polarſtröme wie der Gegenſtröme in den Meerengen. S. 320—323 und Anm. S 475—476. — Allgemeines Niveau der Meere und permanente örtliche Störungen des Gleichgewichts; periodiſche als Ebbe und Fluth. — Meeresſtrömungen: Aequatorial- oder Rotations-Strom; der atlantiſche warme Golfſtrom und der ferne Impuls, den er empfängt; der kalte peruaniſche Strom in dem öſtlichen Theile des ſtillen Meeres ſüdlicher Zone. — Temperatur der Untiefen. — Allbelebtheit des Oceans; Einfluß der kleinen ſubmarinen Waldregion am Boden wurzelnder Tang-Geſträuche oder weitverbreiteter ſchwimmender Fucus-Bänke. S. 324—332 und Anm. S. 476—477.

h) Die gasförmige Umhüllung unſeres Planeten, das Luftmeer. — Chemiſche Zuſammenſetzung der Atmoſphäre, Diaphanität, Polariſation, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit und electriſche Spannung. — Verhältniß des Sauerſtoffs zum Stickſtoff; Kohlenſäure-Gehalt; gekohlter Waſſerſtoff; Ammoniacal-Dämpfe. Miasmen. — Regelmäßige (ſtündliche) Veränderungen des Luftdruckes. Mittlere Barometerhöhe am Meere in verſchiedenen Erdzonen. Iſobarometriſche Curven. — Barometriſche Windroſen; Drehungs-Geſetz der Winde und ſeine Wichtigkeit für die Kenntniß vieler meteorologiſchen Proceſſe. Land- und Seewinde; Paſſate und Monſune. S. 332—340 und Anm. S. 477—480. — Klimatiſche Wärme-Vertheilung im Luftkreiſe, als Wirkung der relativen Stellung der durchſichtigen und undurchſichtigen Maſſen (der flüchtigen und feſten Oberflächenräume) wie der hypſometriſchen Configuration der Continente. — Krümmung der Iſothermen in horizontaler und verticaler Richtung, in der Ebene und in den über einander gelagerten Luftſchichten. Convexe und concave Scheitel der Iſothermen. — Mittlere Wärme: der Jahre, der Jahreszeiten, der Monate, der Tage. Aufzählung der Urſachen, welche Störungen in der Geſtalt der Iſothermen hervorbringen, d. h. ihre Abweichung von der Lage der geographiſchen Parallele bewirken. — Iſochimenen und Iſotheren, Linien gleicher Winter- und Sommerwärme. — Temperatur-erhöhende und temperatur-vermindernde Urſachen. Strahlung der Erdoberfläche nach Maaßgabe ihrer Inclination, Farbe, Dichtigkeit, Dürre und chemiſchen Compoſition. — Die Wolkenform, Verkündigerinn deſſen, was in der oberen Luft vorgeht, iſt am heißen Sommerhimmel das „projicirte Bild" des wärmeſtrahlenden Bodens. — Contraſt zwiſchen dem Inſel- oder Küſten-Klima,

deſſen alle vielgegliederte, buſen- und halbinſelreiche Continente genießen, und dem Klima des Inneren großer Ländermaſſen. Oſt- und Weſtküſten. Unterſchiede der ſüdlichen und nördlichen Hemiſphäre. — Thermiſche Scalen der Culturpflanzen: herabſteigend von Vanille, Cacao und Piſang bis zu Citronen, Oelbaum und trinkbarem Wein. Einfluß, welchen dieſe Scalen auf die geographiſche Verbreitung der Culturen ausüben. Das günſtige Reifen und das Nicht-Reifen der Früchte wird weſentlich bedingt durch die Unterſchiede der Wirkung des directen und zerſtreuten Lichtes bei heiterem und durch Nebel verſchleiertem Himmel. — Allgemeine Angabe der Urſachen, welche dem größeren Theile von Europa, als der weſtlichen Halbinſel von Aſien, ein milderes Klima verſchaffen. S. 340—353 und Anm. S. 480—482. — Beſtimmung der mittleren Temperatur-Veränderung der Jahres- oder Sommerwärme, welche dem Fortſchreiten um 1° geographiſcher Breite entſpricht. Gleichheit der mittleren Temperatur einer Bergſtation und der Polar-Diſtanz eines im Meeresſpiegel gelegenen Punktes. — Abnahme der Temperatur mit der Höhe. Grenze des ewigen Schnees und Oſcillation dieſer Grenze. Urſachen der Störung in der Regelmäßigkeit des Phänomens; nördliche und ſüdliche Himalaya-Kette; Bewohnbarkeit der Hochebene von Tübet. S. 354—358 und Anm. S. 482—484. — Dampfmenge des Luftkreiſes nach Stunden des Tages, nach den Jahreszeiten, Breitengraden und Höhen. Größte Trockenheit der Atmoſphäre, beobachtet im nördlichen Aſien zwiſchen den Flußgebieten des Irtyſch und Obi. — Thau als Folge der Strahlung. Regenmenge. S. 358—361 und Anm. S. 484—485. — Electricität des Luftkreiſes und Störung der electriſchen Spannung. Geographiſche Vertheilung der Gewitter. Vorherbeſtimmung atmoſphäriſcher Veränderungen. Die wichtigſten klimatiſchen Störungen haben nicht eine örtliche Urſach in dem Beobachtungsorte ſelbſt: ſie ſind Folge einer Begebenheit, welche in weiter Ferne das Gleichgewicht in den Luftſtrömungen aufgehoben hat. S. 361—366 und Anm. S. 485—486.

i) Die phyſiſche Erdbeſchreibung iſt nicht auf das elementare, anorganiſche Erdenleben beſchränkt; zu einem höheren Standpunkte erhoben, umfaßt ſie die Sphäre des organiſchen Lebens und der zahlloſen Abſtufungen ſeiner typiſchen Entwickelung. — Thier- und Pflanzenleben. Allbelebtheit der Natur in Meer und Land; microſcopiſche Lebensformen zwiſchen dem Polar-Eiſe, wie in

den Tiefen des Oceans zwiſchen den Wendekreiſen. Erweiterung des Horizonts des Lebens durch Ehrenberg's Entdeckungen. — Schätzung der Maſſe (des Volums) der thieriſchen und vegetabiliſchen Organismen. S. 366—373 und Anm. S. 486—489. (Die ſpeciellen Temperatur-Verhältniſſe der Weincultur S. 481.) — Geographie der Pflanzen und Thiere. Wanderung der Organismen im Ei oder durch eigene bewegungskräftige Organe. Verbreitungsſphären in Abhängigkeit klimatiſcher Verhältniſſe. Vegetations-Gebiete und Gruppirung der Thiergeſchlechter. Einzeln und geſellig lebende Pflanzen und Thiere. Der Charakter der Floren und Faunen iſt nicht ſowohl durch das Vorherrſchen einzelner Familien unter gewiſſen Breiten als durch die viel complicirteren Verhältniſſe des Zuſammenlebens vieler Familien und den relativen Zahlenwerth ihrer Arten beſtimmt. Formen natürlicher Familien, welche vom Aequator nach den Polen hin ab- oder zunehmen. Unterſuchungen über das Zahlenverhältniß, in welchem in verſchiedenen Erdſtrichen jede der großen Familien zu der ganzen daſelbſt wachſenden Maſſe der Phanerogamen ſteht. S. 373—378 und Anm. S. 489—490. — Das Menſchengeſchlecht in ſeinen phyſiſchen Abſtufungen und in der geographiſchen Verbreitung ſeiner gleichzeitig vorhandenen Typen. Racen, Abarten. Alle Menſchenracen ſind Formen einer einzigen Art. Einheit des Menſchengeſchlechts. — Sprachen, als geiſtige Schöpfungen der Menſchheit, Theile der Naturkunde des Geiſtes, offenbaren eine nationelle Form; aber geſchichtliche Ereigniſſe haben bewirkt, daß bei Völkern ſehr verſchiedener Abſtammung ſich Idiome deſſelben Sprachſtammes finden. S. 378—386 und Anm. S. 490—493.

Nebelflecke (eingeballter Stoff)
" Sterne (geballter " ")
Sternenhaufen
Durchsichtige Sterne
Planeten
Cometen
Asteroiden
Erde

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Weltenraum:

"Die Erde ist ein elliptisches Revolutions-Sphäroid S. 29.
Das Licht durchläuft 1 Siriusweite in 3 Jahren!" S. 92.
Unser Sonnensystem — 94.
Jupiter hat die größte Excentricität der Planeten 112.
Cometengefahren — 118.
Die [illegible] zeigt die schönsten Sternschnuppen 122.
1867, 12–14. Novbr. Unmassen von " ! 132.
3 tägige Finsterniß ano 1547. — 137.
2 Mönche durch Aerolithen erschlagen — 140.
Helle Nächte 1831. — 148.
Schnelligkeit des Sonnensystems — 149.
Das Weltall „unbegreiflich begrenzt"! — 151.
Südl. Kreuz uns sichtbar! — 155.
Was wollen sehen! — ".

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Humboldt, Alexander <<von>>,

Kosmos Entwurf einer physischen Weltbeschreibung

Bd.: 1

Stuttgart ; Augsburg 1845

Bibl.Haup. 795
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11000631-6